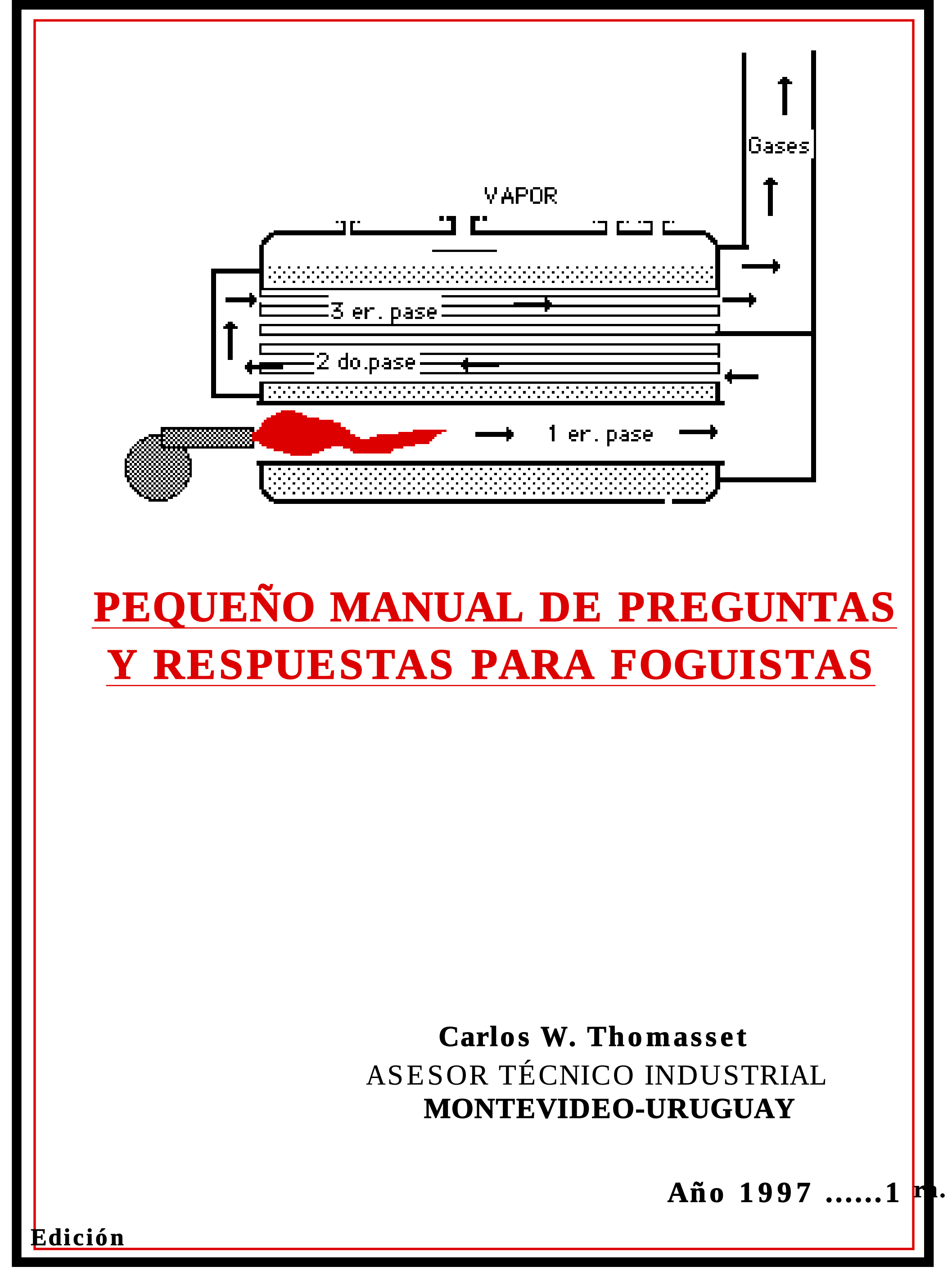
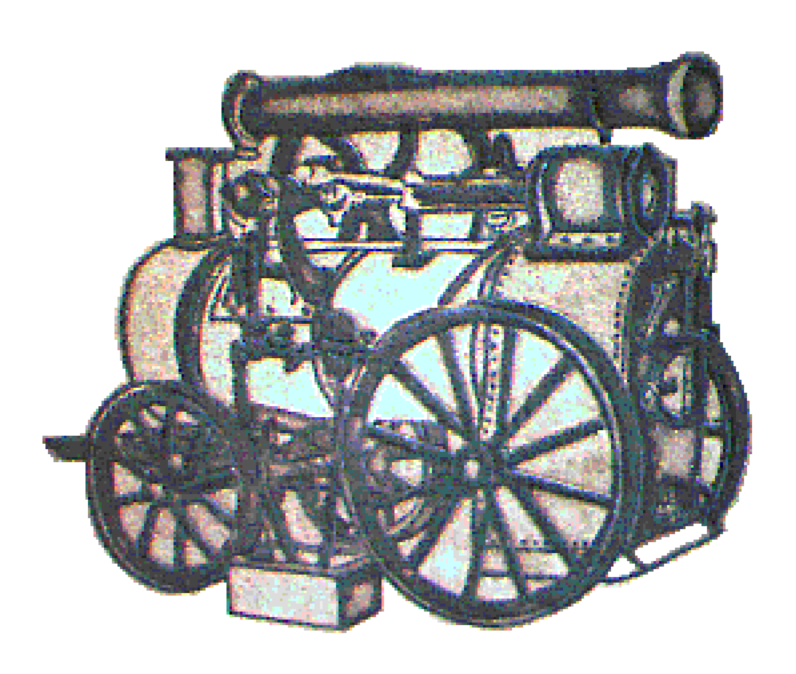


PEQUEÑO MANUAL DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS PARA FOGUISTAS

Carlos W. Thomasset
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
MONTEVIDEO-URUGUAY

Año 1997 ......1 ra. Edición

Pequeño manual de preguntas y respuestas para foguistas **1997**



INTRODUCCIÓN

Este Pequeño manual de preguntas y respuestas para foguistas, está referido especialmente a aquellos operadores de caldera, que frente a problemas o acciones a tomar, puedan establecer un camino de solución a la situación, siendo de responsabilidad de cada uno el tomar la acción adecuada. Lo que se establece aquí es una orientación.

Como primer pregunta :

¿ Qué es una caldera?

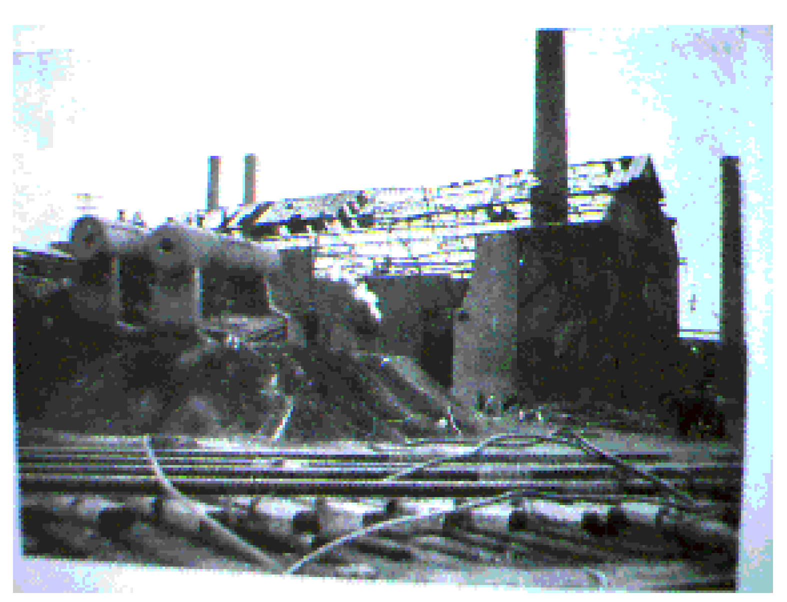
Para ello podemos tomar la definición de caldera dada por The American Society of Mechanical Engineers (ASME) de Estados Unidos, la cual dice:

"Un recipiente cerrado en el cual se calienta agua, se genera vapor, se sobrecalienta vapor o una combinación de ambos, bajo presión o vacío con aplicación directa de calor. El término caldera también podrá incluir unidades de combustión para calentamiento o vaporización de otros líquidos que no sean agua, siendo estos sistemas cerrados dentro de sí mismos". ASME

Pero, como hemos dicho en el Pequeño Manual del foguista, , **hablamos de caldera** en nuestro caso cuando nos referimos a : *“denominaremos caldera de vapor y nos referiremos a ella en la siguiente definición: Recipiente cerrado para la producción de vapor de agua : para el transporte de calor o su transformación en fuerza motriz, calentado directamente por la combustión de un elemento líquido, gaseoso o sólido en contacto con el aire. Dotado de dispositivos para el control y la seguridad de su funcionamiento.”*

¿Qué peligros ofrece una caldera?

Muchos, desde una simple quemadura hasta la destrucción de la misma y del local donde se encuentra. *“Cada 50 litros de agua sobrecalentada a 10 Kg/cm2 (183ºC) equivale aproximadamente a 1 kg. de pólvora”*



Sala de caldera destruida por explosión

¿Una caldera siempre es peligrosa?

Una caldera bien diseñada, construida bajo las normas adecuadas, limpias las superficies de intercambio de calor, bien mantenida y manejada por un operador con los conocimientos adecuados, es un equipo confiable.

¿Cuales son los elementos más importantes para la seguridad de la caldera?

Las válvulas de seguridad, los controles de nivel que apagan el quemador por “bajo nivel de agua”, quizás sean los dos elementos límites más importantes en caso que fallen los sistemas de control del funcionamiento de las calderas. Pero estos otros son imprescindibles : manómetro, control de nivel visual, presóstatos, tapón fusible, grifos de control de nivel, purgas de fondo y nivel, etc., que permiten el correcto y seguro manejo de la caldera.



CALDERAS DE PRINCIPIO DEL SIGLO XIX

¿Cual es la causa más común que provoca los accidentes?

La falta de control en la calidad del agua de caldera : los tratamientos químicos y los límites químicos operativos fijados para su funcionamiento (PH , Total de Sales Disueltas (TSD), Conductividad, barros o elementos en suspensión, la sílice, control de incrustaciones, barros y oxígeno). Quizás el 80% de las fallas sean provocadas por problemas relacionados con el agua.

Estas causas casi siempre afectan a los mecanismos relacionados al control, ya que hoy día el operador es dependiente de que estos funcionen correctamente.

¿Cual es el síntoma que puede indicar que una caldera se está quedando con bajo nivel de agua?

El mismo que indica un consumo mayor de vapor, **baja la presión**. Esto se debe a que las superficies que transmiten calor al agua para vaporizar se encuentran “sin agua para recibir el calor”, es decir que en lugar de agua hay vapor que no puede absorber el calor con la misma capacidad que el agua, lo que provoca una insuficiente vaporización. Por supuesto que el tubo de nivel indicará normalmente un bajo nivel (siempre y cuando no ocurra que esté tapado de barros su conexión inferior).

Por lo que cada vez que veamos que hay que aumentar la combustión debido a que baja la presión en el manómetro, primero se debe observar que no sea por falta de nivel de agua!!!

¿Cuando una caldera ha perdido el nivel de agua por bajo nivel, porqué no se debe alimentar para recuperar el nivel?

Hay la creencia que pueda provocar una explosión en la mayoría de los casos, cosa que puede suceder si la caldera está vacía totalmente de agua y su material de hierro (y refractario) está a muy alta temperatura. Generalmente ese no es el problema, sino que : al alimentar el agua relativamente fría toca el metal sobrecalentado y provoca una rápida contracción que deforma la caldera (provocando la torcedura de placas , aflojamiento de tubos , etc.). Por esta causa la caldera se debe dejar enfriar en forma natural para evitar su deformación.

Podrá haber algún caso en que el haber alimentado la caldera con bajo nivel, pueda provocar su explosión parcial debido a que se provoca una fisura al contraerse parte su estructura y como hay presión al evaporar el agua inyectada, esta presión podría ser suficiente para provocar el accidente.

¡ Pero sí la caldera está al “rojo vivo” y entra agua, casi seguro que habrá una verdadera explosión !

Si hay bajo nivel, no alimente con agua la caldera, mantenga el quemador apagado, cierre la salida de vapor y la entrada de agua (para evitar alimentar por error), espere a que enfrie y luego haga una inspección de daños para tomar la decisión si hay que hacer prueba hidráulica o reparaciones.

¿Es conveniente al hacer una prueba hidráulica aumentar la presión de la misma más halla del valor indicado por las normas?

No!!! Esto puede provocar mayor daño que beneficio. La estructura de la caldera al hacerse la prueba hidráulica está sometida a un esfuerzo en que el material se "estira" como si fuera un resorte (el material está en la zona elástica, cuando se saque la presión debe de volver a la misma forma inicial), si utilizamos una presión mayor, el esfuerzo hará que la estructura de la caldera cuando saquemos la presión no vuelva a las dimensiones originales, quedando el material con zonas "debilitadas" o pequeñas fallas , que luego sometidas a la marcha dinámica (de presión y temperatura) podrá provocar su falla.

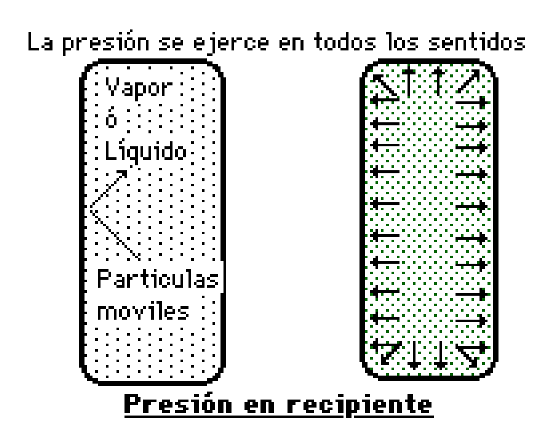
¿Es conveniente al hacer una prueba hidráulica dejar la caldera con presión mucho tiempo para observar si hay fallas?

No!!! Especialmente las calderas humo-tubulares son las más delicadas , deben ser probadas en el tiempo mínimo posible, ya que al estar sometida mucho tiempo, puede provocar su deformación. (lo mismo que un resorte sometido a estiramiento durante largo tiempo).

¿Es conveniente en las pruebas hidráulicas utilizar un manómetro calibrado o maestro?

Sí!!!! Es muy posible que un manómetro usado en la caldera al hacer el control de la prueba hidráulica (generalmente a una vez y media la presión) pueda estar indicando una presión errónea (por ejemplo: queremos

llegar a 15 Kg/cm2 y puede que el manómetro esté indicando los 15 Kg/cm2 pero la presión real pueda ser 20 Kg/cm2, provocando esto un daño a la caldera o indicar más alto que el valor real, lo cual también descalifica la prueba). Estos daños muchas veces no se notan hasta pasado un tiempo de operación.



¿Porqué no se debe dejar una caldera con aire al hacer la prueba hidráulica?

Porque es muy peligroso!!!!! El aire se comporta como un acumulador de energía ("resorte") y en caso que se produzca una pérdida o rotura de parte de la caldera sometida a presión, hace que se provoque una expansión que puede proyectar parte de la caldera o el chorro de agua, produciendo daños a los operadores de la prueba. Además, hará que la presión, en caso de una pequeña pérdida, baje lentamente, engañando al inspector en considerar la dimensión de la pérdida.

Al preparar la prueba hidráulica sacar bien el aire por el grifo atmosférico, cuidando que no quede aire atrapado en ninguna parte interna de la caldera.

¿Las pruebas hidráulicas es para detectar

pérdidas?

No precisamente, ya que la prueba hidráulica debe ser considerada en su magnitud en **dos tipos**: aquellas **para detectar pérdidas** (que se hacen a la presión de trabajo tantas veces como sea necesario) y aquellas **para observar el comportamiento estructural** de la caldera (estas pruebas generalmente se hacen a una vez y media la presión de diseño, aunque para aquellas calderas que trabajen a muy bajas presiones la presión de prueba es superior a la de una vez y media la presión de trabajo).

La operación de prueba hidráulica de control estructural (la de más alta presión) **debe ser cuidadosamente hecha, no sólo ateniéndose a observar el movimiento del manómetro, sino a la observación del cuerpo estructural de la caldera desde el momento que se comienza hasta que se termina el levantamiento de la presión** (si es necesario instalando calibres de medición, tanzas de acero circulares en los cuerpo cilíndricos, así como elementos ópticos de control de deformación).

¿Conviene que el agua utilizada en las pruebas hidráulicas sea agua tratada?

Sí !!!! Conviene que el agua sea des-aereada (libre de oxígeno) y con el PH adecuado, ya que el agua estará varias horas o días en algunos casos, pudiéndose provocar corrosiones en el material.

Se puede llenar la caldera con agua caliente (estará casi libre de oxígeno) y se dejará enfriar a temperatura ambiente (20°C a 40°C). En caso de utilizar aguas frías, usar aguas blandas, con un secuestrante de oxígeno (sulfito, hidracina, etc.) y con un PH de 10 a 11. En emergencias utilizar el agua disponible, tratando de no dejar el agua en el interior de la caldera, en caso que se

deje vacía : secar inmediatamente con calor auxiliar (estufas o quemadores de bajo poder de fuego).

¿Una prueba hidráulica es de resultado confiable?

No !!! En muchos casos a los pocos días de la prueba hidráulica se han producido fallas en los materiales (no olvidar que el material o cuerpo de las calderas están sometidos a presión y temperatura, ambas fluctuan entre que la presión varía y la combustión puede ir del "todo a nada"). Hay permanentes variaciones por dilatación y contracción que exigen a la estructura.

Por lo que una prueba hidráulica es simplemente una prueba más, la capacidad del inspector será fundamental para valorar la misma. (la misma no es un seguro contra fallas).

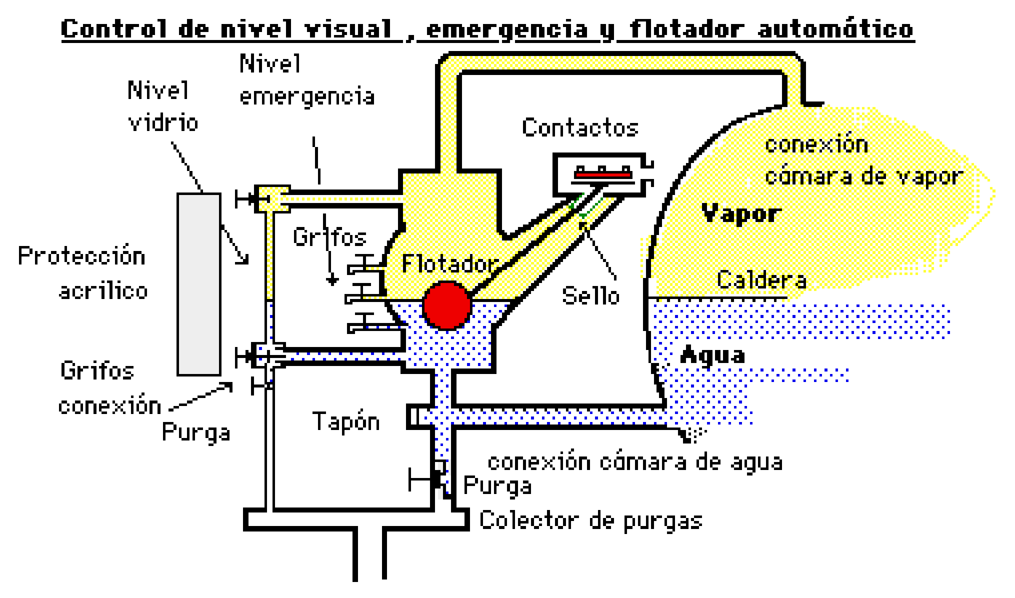


CALDERA VERTICAL
LUEGO DE UNA EXPLOSION

¿Porqué el nivel de agua sube al prender una caldera que se encontraba fuera de servicio, fría?

Ocurre que la dilatación del agua por efecto del calor es mayor que la del hierro con que está construida la caldera. Tanto la dilatación del agua y la de la caldera son trimensionales (volumétricas), pero el agua al tener un coeficiente de dilatación mayor (valor que aumenta el volumen en cada grado ºC que aumenta) aumenta su volumen más que la caldera en sí y como el agua ocupará el recipiente cualquiera sea su forma, la misma tomará más volumen dentro del cuerpo de la caldera, aumentando el nivel.

Cuando ponga en marcha una caldera fría, el nivel inicial debe ser menor que el nivel normal de marcha o de la contrario se deberá ir purgando a medida que éste suba (para evitar arrastres).



¿Porqué el nivel del agua sube y baja en una

caldera en marcha, especialmente al variar la cantidad de combustión del quemador?

Observamos que el nivel sube al aumentar la combustión (cuando aparentemente debería bajar por el aumento de consumo de vapor de agua). La capacidad la bomba de alimentación dependerá del sistema de control, ya que generalmente si detecta que sube el nivel disminuye la alimentación, esto ocurre en la mayoría de los controles de nivel simples o por el foguista al observar el nivel visual. Que el nivel suba, se debe a que al producirse un aumento del consumo de vapor y bajar la presión, el foguista o el automático simple de un quemador aumenta la capacidad de calor (combustión), lo que provoca la formación de burbujas de vapor en el interior del agua, estas burbujas ocupan un volumen que hacen aumentar el nivel aunque la cantidad de agua sea la misma o menor (esto es lo que ocurre cuando destapamos una botella caliente de una bebida gaseosa y se derrama, o cuando el “puchero” o la leche hierve y se derrama).

En el momento que el quemador pase de un poder de combustión elevado a uno de bajo fuego o apagado, el nivel del agua baja al desaparecer las burbujas de vapor formadas en las superficies de intercambio.

Estos fenómenos de variación del nivel cuando son violentos y están relacionados a la combustión, están ligados también a los fenómenos tensoactivos del agua, que son alterados por las sustancias químicas que se concentran en el agua de caldera o que la contaminan por accidente : una caldera con falta de purga tendrá un nivel visual “nervioso” o que sube y baja continuamente (este mismo efecto lo provocan un elevado PH o la contaminación con aceites, grasas u otros elementos capaces de cambiar la tensoactividad del agua). Esto

puede provocar arrastres, golpes de agua o “priming”, falta de enfriamiento en la “placa más caliente” con fisuras en la placa y fisuras en los mandrilados y la soldadura de los tubos a la placa, etc.

Generalmente la solución más inmediata a éste problema sea el establecer una purga importante de superficie (por ejemplo: abrir bien la purga continua hasta que pase el fenómeno de la oscilación).

¿Porqué debemos abrir el grifo atmosférico al prender una caldera?

La caldera fría se encuentra con la cámara de vapor llena de aire, si no lo sacamos y dejamos ocupar su lugar por vapor, tendremos que la caldera levantará presión, pero la temperatura no será la correcta, pasando que al dar vapor, la presión caerá rápidamente, ya que la presión que tenía la caldera es la suma de la presión del aire que no tiene calor acumulado de vaporización y la del vapor de menor temperatura a la presión que indica el manómetro.

Por ejemplo: una caldera al llegar a 10 Kg/cm2 de presión deberá tener en su cámara de vapor y agua una temperatura de unos 183°C aprox., pero si tiene todo el aire acumulado en la cámara de vapor y no se saca, la presión podrá llegar a 10 Kg/cm2, pero la temperatura del agua y el vapor será la correspondiente a la presión de vapor saturado dado por la presión parcial del vapor, que puede ser por ejemplo la de 7 Kg/cm2 cuya temperatura es de unos 170°C, lo cual al abrir la válvula de vapor hará que la presión de la caldera caiga de 10 Kg/cm2 a 7 Kg/cm2 en el momento que salga el aire de la cámara de vapor.

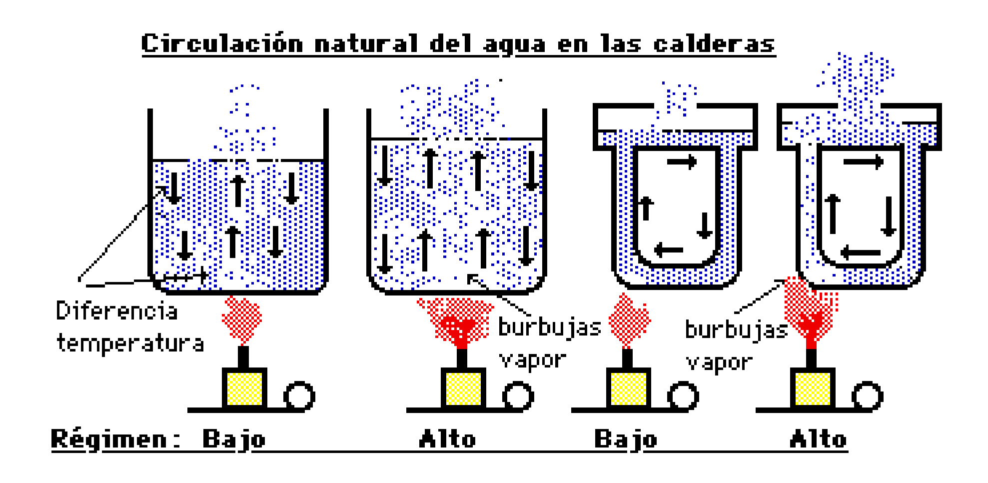
¿Porqué debo purgar de fondo con los fuegos apagados (quemador) en la mayoría de los casos?

La circulación natural del agua en el interior de la caldera (provocada por la diferencia de densidad : diferencias de temperaturas y las burbujas de vapor formadas) es la que permite que las superficies de intercambio de calor puedan estar en contacto del lado del fuego temperaturas muy altas sin quemarse (más de 1000 ºC en algunas zonas) y del lado del agua una temperatura casi equivalente a la de vaporización para la presión de trabajo de la caldera (una caldera de 10 Kg/cm2, unos 183ºC aprox.), esto hace que el material difícilmente en promedio pase los 250ºC.

Si purgamos con el quemador prendido, podemos en alguna forma desvirtuar la circulación natural buscada por el diseñador de la caldera, lo que provocará el recalentamiento del material, pudiendo provocar la falla del mismo.

Tampoco es práctico purgar de fondo con el quemador prendido, ya que los barros están circulando en el interior de la caldera y al pretenderlo sacar por las purgas, este no saldrá, ya que no se asentará. (A nadie se le ocurre tomar un café con borra agitando la taza).

Para purgar, especialmente de fondo, apague el quemador y si es posible cierre la salida de vapor unos minutos para dejar asentar los barros, haciendo purgas totales, cortas y repetidas si es necesario.



¿Porqué debo apagar los fuegos al purgar colectores de paredes de agua, gasógenos etc.?

Porque los colectores y gasógenos están sometidos a circulaciones de agua muy comprometidos con la refrigeración de las superficies de vaporización que alimentan, si purgamos es probable que cortemos dicha circulación y provoquemos un exceso de temperatura en las paredes de los tubos de colectores y gasógenos, llevando con ello a la "quemadura" del material, que podrá en sucesivas etapas ir perdiendo capacidad de soportar la presión al ir perdiendo espesor o podrá formar de entrada una "bellota" de estiramiento del material que terminará en su rotura y con ello hasta un accidente al descargar en forma violenta el agua en la cámara de combustión (con un gran "flash" al tocar el agua el hogar con gran temperatura, lo que provoca una explosión que puede afectar a los operadores).

¿Es necesario purgar de fondo bajando la presión?

Generalmente no, en las calderas de baja y media

presión, en alta presión sí. En baja y media presión es una costumbre antigua, aplicada a las calderas con combustibles sólidos y que normalmente se "llenaban" de barros, ya que no había tratamiento externo para eliminar la dureza del agua (ablandadores de agua).

Con la presión de trabajo, si se dejan "asentar" los barros (apagando el quemador y cerrando unos minutos la válvula de salida de vapor), en la mayoría de los casos es buena técnica, ya que teniendo una presión alta, ejercemos un efecto mayor de arrastre de los barros hacia las purgas.

En las calderas de altas presiones son inadmisibles las purgas de fondo con toda la presión, ya que los golpes de arietes serían muy importantes (a la presión de trabajo se utilizan las purgas continuas).

¿Es mejor la purga de fondo al "arrancar" la caldera y a baja presión?

En mi entender no, ya que los barros están "pegados a los fondos" debido al prolongado asentamiento. Para mí la mejor purga de fondo es la de la "parada", es decir la que cuando apagamos la caldera, aprovechamos cerrar el vapor con toda la presión de trabajo y dejamos asentar los barros unos minutos : luego purgamos tantas veces como sea necesario en forma de purgas cortas pero de apertura total.

¿Son peligrosas las maniobras con las purgas?

Sí !!!! Si la instalación no es adecuada : Las válvulas de purgas deben ser adecuadas para soportar los choques térmicos y las cañerías para soportar el "shock" mecánico (en muchos casos verdaderos "golpes de arietes",

que en la mayoría de los casos son “implosiones” o sea agua sobrecalentada que provoca un “flash” o vaporización y luego al chocar con las cañerías frías se provoca una condensación instantánea que provoca la “implosión” con ruidos casi metálicos, así como también se provoca una dilatación muy importante de la cañería, más de 1 mm. por metro de caño, que puede llegar a provocar un esfuerzo que rompa la misma, quemando a las personas que la maniobran).

Aún habiendo válvulas y cañerías adecuadas, la maniobra de purga se debe hacer cuidadosamente : **abriendo lentamente las válvulas para provocar el calentamiento de las cañerías y válvulas, que una vez logrado nos permitirá abrir totalmente la válvula de purga más exterior**.

¿Que son los golpes de “ariete”?

Los golpes de ariete son verdaderos “martillazos” contra los materiales que componen las cañerías, provocados por las masas de agua que por distintas razones toman altísimas velocidades y son “frenadas” de golpe, lo que provoca que toda la energía adquirida por la velocidad se descarga en ese “martillazo”. Un “golpe de ariete” lo puede provocar la revaporización espontánea del agua al disminuir la presión y estar el agua sobrecalentada, a la condensación de agua en las cañerías que toman la velocidad del vapor (que prácticamente se puede considerar un gas mientras es vapor, pero una masa de agua a esa velocidad toma mucha energía debido a la masa o densidad), a la apertura de cañerías en la que circulan líquidos por medio de válvulas de apertura rápida (válvulas esféricas generalmente son las más peligrosas), a la utilización de circuitos con líquidos

presurizados por medio de tanques hidroneumáticos, etc..

Un golpe de ariete se puede asemejar a un vehículo a alta velocidad lanzado contra una pared, lo cual es muy peligroso, ya que el daño puede llegar a la destrucción de un accesorio, tanque o equipo.

¿Puede contaminarse el agua del interior de la caldera por medio de las mismas cañerías que va el vapor?

Sí !!!!! Cuando cerramos el vapor a una cañería que estaba presurizada por el mismo o apagamos una caldera dejándola enfriar, se produce un vacío parcial (debido a la condensación del vapor debajo de los 100°C), que permite que la atmósfera haciendo presión sobre los líquidos que están comunicados con las cañerías de vapor (inyectores, mezcladores o perforaciones en serpentinas o doble fondos de calefacción), sean empujados a través de las mismas hasta la caldera, contaminando el agua en su interior. En algunas instalaciones que se regula la calefacción con vapor cerrando y abriendo el mismo, si la superficie de intercambio tiene alguna fisura y el líquido a calentar tiene una temperatura inferior a 100°C, habrá una vacío parcial cada vez que cerremos el vapor, entrará el líquido a calefaccionar, luego al abrir el vapor, este empujará el líquido contaminante hasta salir por la trampa de vapor como si fuera condensado limpio, pasando a contaminar el tanque de alimentación.

La solución a este problema es disponiendo elementos rompe vacío, válvulas de retención, etc.

¿Porqué las calderas deben tener un rompe vacío automático en algunos casos?

Las calderas humo-tubulares de gran tamaño y poca presión, al apagarse y enfriarse, crean una depresión o vacío interno, que en algunos casos la presión atmosférica (1,033 Kg/cm2) actuando por fuera de su envuelta, puede afectar la estructura (“abollarlas”). Las calderas son construidas para soportar el esfuerzo de la presión desde su interior hacia el exterior y no para soportar presiones externas (este caso permite también aclarar que nunca se debe dar vapor a un tanque y luego cerrar sus conexiones a la atmósfera, ya que al enfriar lo más probable que el mismo se “abolle”). También un rompe vacío en una caldera puede ser útil para evitar la contaminación por la succión que produce el vacío y tiende a “chupar” líquidos por la cañerías de vapor y aún por alguna válvula de purga que pierda.

¿Porqué se debe dejar inundada la caldera al enfriar ésta?

Las calderas al enfriar introducen en su interior aire atmosférico y con ello oxígeno. El oxígeno estará en la parte superior (cámara de vapor) oxidando las superficies de hierro , pero también se irá introduciendo en el agua de la caldera, aún cuando ésta tenga un secuestrante de oxígeno, oxidando los tubos, envueltas y hogares (aquí la corrosión también se produce por oxígeno diferencial, creando acelerados “pítting” , que con circunstancias favorables perforará el material de los tubos en pocos meses).

Las calderas paradas deberán inundarse inmediatamente que su temperatura sea próxima a los 100ºC, compensando la disminución de volumen del agua al enfriar y poniendo un sello de agua que no permite la entrada de aire atmosférico y compense las

variaciones de nivel. No olvidar de poner suficiente productos químicos para secuestrar el oxígeno y mantener el PH entre PH 10 y PH 11.

¿Porqué se ponía un "pan de zinc" en el interior de las calderas paradas?

Se ponía en la creencia que disminuía la corrosión galvánica (por corrientes eléctricas por la presencia de diferenciales : metales, tensiones, diferenciales químicos, etc.), pero luego se descubrió que no eran convenientes debido a que por encima de 70°C-80°C grados de temperatura ya no protegían (al prender la caldera), sino que su voltaje respecto a hierro se invertía y pasaban a provocar una corrosión galvánica en vez de proteger.

¿Porqué las cañerías de vapor "golpean" o hacen ruidos metálicos?

Generalmente se producen al poner en servicio y se debe a que el vapor "choca" con aguas frías y se provocan condensaciones (verdaderas "implosiones" que hacen colapsar el agua en sí misma y contra las cañerías). Para evitar esto debemos de calentar suavemente el sistema de cañería al poner en servicio, especialmente si las válvulas de alimentación de vapor tienen un tamaño superior a 2" (en las válvulas de mayor porte es conveniente que haya una cañería con una válvula en paralelo - by-pass - de poco diámetro, de 1/2 a 1" con válvula de globo de manera de abrir esta válvula más pequeña y luego la de mayor porte) .

Generalmente las instalaciones que golpean es porque los diseños de la mismas no son correctos, habiendo caídas mal hechas o calculadas, que permiten la acumulación de condensados.

¿Se debe bajar la presión en forma inmediata (o consumir su vapor) al apagar una caldera ?

No !!!!!! Es conveniente al apagar la caldera que se dejará fuera de servicio, cerrar el vapor a la presión de trabajo y dejar que la presión baje por sí sola (lentamente), se pueden hacer algunas purgas de fondo para aprovechar el asentamiento de los barros al estar el vapor cerrado y el fuego apagado. Si extraemos el vapor en forma rápida, lo que hacemos es enfriar rápidamente la caldera, afectando su estructura (si pensamos que una caldera que trabaja a 10 Kg/cm2 o sea 183º C y la bajamos a la presión atmosférica, 1,033 Kg/cm2 absoluta ó 0 Kg/cm2 relativa, su temperatura interna bajará a 100°C, pero habrá partes metálicas que no acompañarán dicho enfriamiento tan rápido, provocandose tensiones que luego aparecen como fatigas (fisuras o aflojamiento de tubos. etc).

¿Porqué se "rajan" o fisuran las placas de las calderas humo-tubulares?

Hay varias razones : mecánicas y químicas .

Las placas están sometidas a esfuerzos mecánicos, diferenciales de temperaturas, etc. **Por ejemplo** : entre las dos placas tenemos afirmados el tubo del hogar (con una temperatura fluctuante entre el quemador apagado y prendido a fuego máximo, más de 1000°C), los tubos que también están sometidos a estos cambios pero en menor forma (de 900°C hasta la temperatura de gases de chimenea, menos de 300°C), la envuelta de la caldera que tiene los cambios de temperatura del agua (que generalmente no es muy grande, dependiendo de la presión del vapor, pero puede en general variar de 150°C a 180°C en la mayoría de las calderas de uso corriente) y los refuerzos o "stays" (que también tienen la temperatura del agua y el vapor (de acuerdo a la presión de vapor saturado). Es decir que hay grandes esfuerzos y diferentes

intensidades, provocados por los 4 elementos que dilatan y contraen en forma diferente. A esto hay que agregar que la placa “trasera” está expuesta a los gases de la combustión de alta temperatura (generalmente superior a 900°C) , es de un material conductor del calor (hierro algo más acerado que los tubos) y que debe ser enfriado por el agua , con la contra que es gruesa (generalmente 3/4” como mínimo) por lo que es difícil de enfriar, ya que el hierro no es tan buen conductor del calor (fatiga térmica). **En una palabra: la placa recibe el “maltrato” que luego provocará su fisura.**

Cuando los tubos son mandrilados y se llega al extremo de las condiciones, los tubos se aflojan de sus mandriles (hacen de “fusible”), cuando su afirmado además de mandrilados , son soldados, el esfuerzo excesivo hace fisurar la soldadura del tubo a la placa o “raja” la placa.

Estos esfuerzos “excesivos” que son provocados por diferenciales térmicos, son acondicionados por otros elementos como:

a-Las condiciones químicas del agua que dificultan el enfriamiento de las placas, permitiendo la formación de “burbujas” de vapor en las zonas que debería haber agua enfriando : el PH muy alto, una salinidad excesiva, agua contaminadas con elementos tenso-activos, etc.

b-Condiciones de operación : la caldera prende y apaga con diferencias de presión muy grandes, el quemador está en “alta” cuando la presión es muy baja (una burbuja de vapor a 1 Kg/cm2 es casi 10 veces más grande que si la presión fuera de 10 Kg/cm2, lo cual no permite enfriar bien las zonas de gran transferencia, permitiendo su recalentamiento local). Esto pasa donde las calderas son forzadas a un consumo excesivo y violento de vapor.

c-Puestas en marcha de caldera sin el previo calentamiento y dar vapor antes de que se llegue a la presión de trabajo.

d- La apertura rápida de grandes caudales de vapor que afectan las condiciones internas de la circulación del agua de caldera (la presión en el interior de la caldera cae abruptamente y hay arrastres de agua en el vapor).

e-Las calderas incrustadas o llenas de barros que impide la correcta transmisión del calor (o enfriamiento del metal).

f-El manejo inadecuado de las purgas de fondo (purgar de fondo con el quemador prendido en algunos tipos de caldera).

g- Exciva capacidad de combustión !!!!!!!!! . Esta causa debe ser controlada por medio de la temperatura de chimenea (fijando un máximo de temperatura para cada tipo y presión de caldera).

¿Qué hace variar la temperatura de los gases de chimenea?

Hay varios factores. Una caldera se calcula para una determinada capacidad máxima de producción de vapor (kg/hora, por ejemplo 2000 kg/hora) y una presión máxima de trabajo (kg/cm2, por ejemplo : 10 kg/cm2), con la caldera limpia del lado de los gases y del lado del agua, habrá una temperatura máxima de diseño en gases de chimenea (por ejemplo: 270 °C).

La temperatura variará según los siguientes elementos:

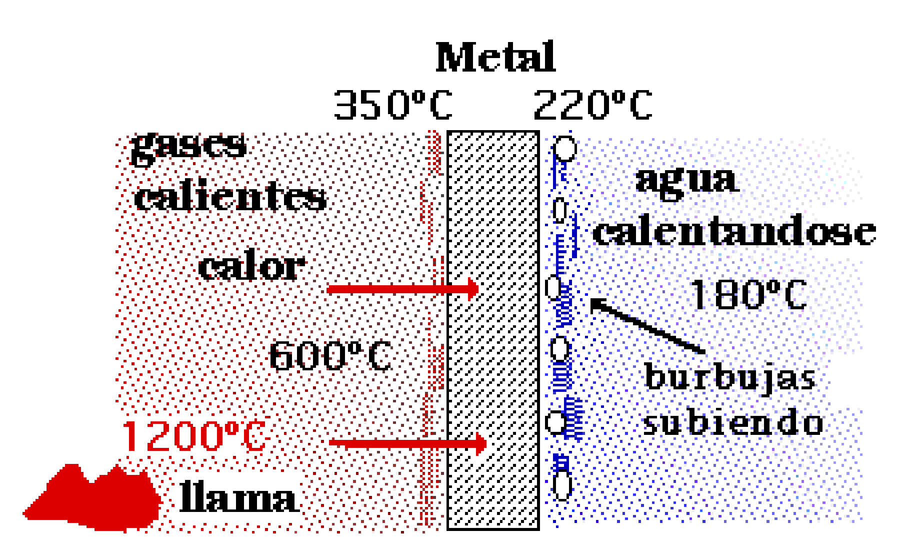
a- Al bajar la presión, baja la temperatura del agua y el vapor (baja la temperatura de chimenea) , al subir la presión, sube la temperatura de chimenea (ya que el agua y el vapor tendrá mayor temperatura y el calor tendrá más dificultad en pasar del lado del “fuego” al

agua).

b- Al acumularse hollín del lado del “fuego” (hogar y tubos), el calor tiene un elemento que aisla el metal de intercambio de calor, dificultando el pasaje del calor al agua, lo cual hace necesario más “fuego” con la consecuencia de que sube la temperatura de los gases chimenea.

c- A la acumulación de incrustaciones y barros del lado del agua, aislando también las superficies de intercambio, lo que hace necesario más “fuego” para lograr la producción de vapor deseada, lo cual hace subir la temperatura de los gases de chimenea (en este caso con el inconveniente que sube la temperatura del metal, arriesgando su integridad : pudiendo “quemar” o “recalentar” por temperatura al mismo hasta su deformación).

d- Las variaciones de los excesos de aire y la forma de la llama también inciden en la temperatura de los gases de chimenea.



El calor se transmite de la fuente de mayor temperatura a la de menor temperatura.

¿Qué se debe hacer si el nivel visual oscila más de lo normal?

Se podrá tomar en consideración lo siguiente para tomar las medidas adecuadas:

1-**Primero observar si no hay un consumo excesivo de vapor**: en este caso observando el quemador (máxima llama) y la presión (tiende a bajar), se debe cerrar algún consumo de vapor secundario, ya que esta oscilación está indicando arrastres de agua en el vapor.

2-**Puede haber un exceso de sales** (medir con el salinómetro el máximo indicado del Total de Sales Disueltas),o un PH muy alto (generalmente el máximo en baja presión es 11,5), en este caso la medida a tomar es abrir la purga de superficie o la continua hasta bajar al valor normal.

3-**Otra de las causas de oscilación más común es la contaminación del agua de caldera con productos del proceso en el que se utiliza el vapor** (soda, jabones, grasas, aceites y otros elementos que vuelven al agua con tendencia a provocar arrastres). Abra inmediatamente la purga de superficie o la purga continua hasta que cese la oscilación (si esto no ocurriera en los minutos siguientes (10 a 20 minutos), se debe tomar precaución, ya que si la situación continúa, se podrá hasta "quemar" la caldera (por alteración de la circulación del agua en su interior).

4-**Consumos de vapor espontáneos de gran volumen** : éstos deben ser evitados, ya que en algunos casos pueden provocar el "aplastamiento" del hogar en las calderas humo-tubulares (por deficiente enfriamiento del hogar, ya que siendo la zona de mayor transferencia, el agua tiende a separarse y no refrigera suficientemente el hogar, el material llega a la temperatura que se vuelve

"plástico" y se aplasta por la presión del vapor en forma casi instantánea). Por supuesto que las condiciones químicas, las incrustaciones, etc. influyen para que ésta falla se provoque más fácilmente.

¿Porqué se deben ajustar las presiones de disparo de las válvulas de seguridad en forma progresiva y no a igual valor?

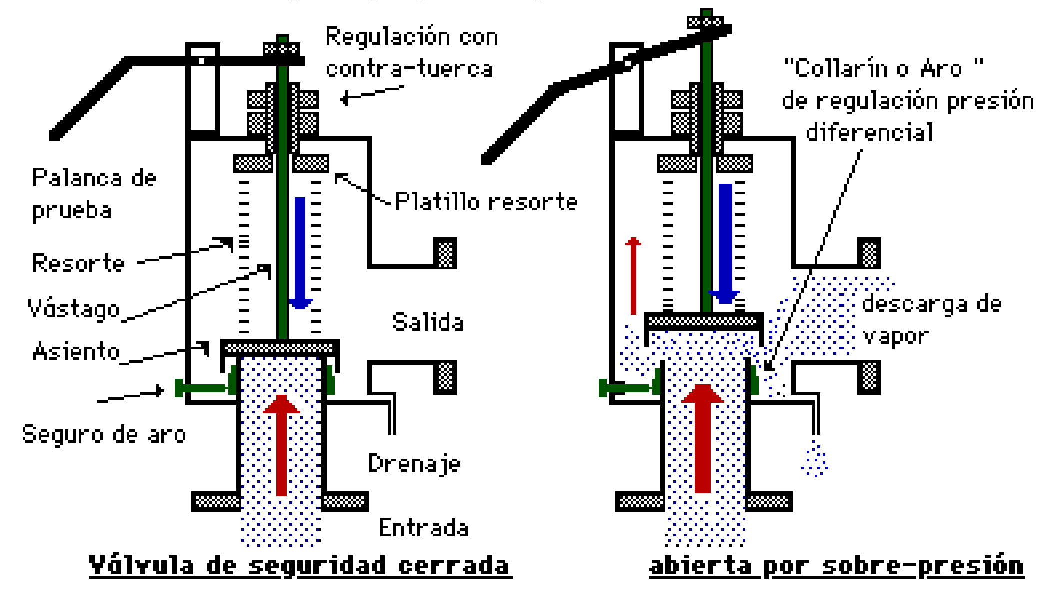
Generalmente una caldera tiene **por lo menos dos válvulas de seguridad,** si cada válvula de seguridad es capaz de "tirar" el máximo de vapor que puede producir la caldera y si se disparan ambas a la vez, es evidente que la caldera corre gran riesgo de producir un "hundimiento de hogar", ya que cuando se disparan las válvulas de seguridad es porque el quemador está prendido y con el fuego generalmente al máximo, esto haría que el agua que refrigera el hogar (caldera humo-tubular) o los tubos del hogar (caldera acuo-tubular), queden sin suficiente refrigeración al producirse la "descompresión" excesiva de la caldera con el fuego al máximo.

¿Porqué deben las válvulas de seguridad de caldera abrir totalmente y en forma rápida (efecto "pop" : " tapón de corcho")?

Si las válvulas de seguridad no abrieran rápidamente y totalmente, la presión en vez de estar limitada a un punto de ajuste, estaría variando la presión de acuerdo al exceso de presión, esto haría que la caldera deba soportar presiones por encima de las de diseño (hay calderas a combustión de leña que por error o por "abaratar" se le han instalado válvulas de alivio, como estas calderas generalmente se disparan por alta presión, las mismas se han averiado por sobre-presión, como ser fisuras en las envueltas, situación **muy peligrosa.**

Este efecto se logra aumentando la acción

superficial del vapor sobre un superficie mayor al abrir la válvula. Ver croquis página siguiente.



¿Porqué deben las válvulas de seguridad ser disparadas manualmente?

Si las válvulas de seguridad no son disparadas manualmente durante un período prolongado, se corre el riesgo de que los mecanismos de las válvulas se queden “pegados” (“engripados”), lo que no permitiría su funcionamiento cuando se produzca la sobrepresión. Se disparan manualmente tirando de su palanca de acción cuando la presión es la de trabajo (en este momento se suma el esfuerzo de la palanca y el de la presión interna de la caldera, permitiendo su fácil apertura, cosa que no es así si la presión fuera más baja que la de trabajo). Se debe tener en cuenta que la válvula no cerrará hasta que la presión baje hasta la presión de cierre (más bajo que la presión de apertura : efecto diferencial o “blow-down”), por lo que es conveniente apagar o bajar el quemador al

mínimo. Y su disparo manual responde también a que si deseáramos dispararla subiendo la presión, esto con lleva a una maniobra más riesgosa y difícil (se debe hacer con más personal, también es conveniente hacerse cada tanto para verificar el ajuste de la presión de disparo, **pero para ello se deberá subir la presión hasta el máximo admisible o de diseño, cuidando de no pasar dicha presión por error en caso que las válvulas de seguridad no se disparen a dicha presión. Es conveniente hacer subir la presión disponiendo un puente eléctrico en forma manual en el presóstato de manera de retirar el mismo inmediatamente al llegar a la presión máxima para que apague el quemador o subiendo el presóstato en su ajuste de corte en pequeños tramos de elevación de presión, sabiendo de antemano que el manómetro principal de la caldera está en buenas condiciones).**

¿Porqué las válvulas tienen un efecto diferencial de cierre (efecto “blowdown”)?

Luego del disparo, la válvula de seguridad, cerrará después que baje la presión, según se ajuste su “collarín” de efecto diferencial, que generalmente está asegurado por un tornillo “lacrado” en la base de la válvula. Este efecto de cierre diferencial o “blow-down” es el que permite que la válvula cierre dando un “golpe” de cierre, esto permite un cierre rápido y evita que la válvula quede perdiendo o que su asiento se marque por efecto del escape de vapor y pequeñas “basuras” que éste arrastre, además si esto no fuera así, un cierre franco, puede haber un efecto de golpeteo o “chattering” que puede provocar la rotura de la válvula o el caño que la une a la caldera. El ajuste de este diferencial dependerá del tipo de válvula y del tipo de caldera (ya que hay calderas que la pérdida de vapor al abrir sería importante debido a que las válvulas se

disparan por efecto de una combustión con mucha inercia, como las calderas de leña).

¿Porqué se deben controlar los resortes de las válvulas de seguridad?

Los resortes de las válvulas de seguridad por estar sometidos a presión y a temperaturas altas (a pesar que aquellas que se utilicen en vapor sobrecalentado deben tener una protección por la alta temperatura), estas condiciones hacen que los resortes se vayan fatigando y pierdan tensión, ajuste que se va haciendo cada vez que las válvulas tienden a perder. Esos ajustes hacen que el vástago de la válvula pierda recorrido cada vez que ajustamos la presión apretando el resorte, esta pérdida de recorrido hace que la válvula cada vez abra menos y pierda capacidad, llegando la válvula a quedar fuera de la capacidad necesaria, por lo que se hace necesario cambiar el resorte o de lo contrario la válvula no será capaz de evacuar todo el vapor necesario y la presión de la caldera subirá a límites inadmisibles.

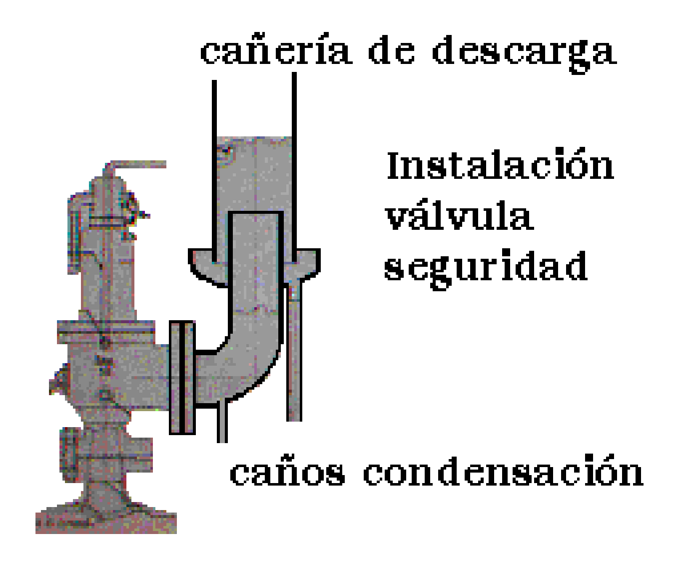
Este control del largo del resorte se debe hacer cada año.

Recuerde que si el quemador no corta por fallas en el presóstato o por una realimentación eléctrica (por tierra o cortocircuito de dos cables), la única protección disponible será que las válvulas de seguridad abran a la presión adecuada y que sean capaces de “tirar” todo el vapor que el quemador haga producir a la caldera.

¿Porqué las válvulas de seguridad deben tener un caño de drenaje?

Este caño de drenaje es para evitar que el interior de la válvula (especialmente la caja del resorte) queden

húmedos, provocando la oxidación o corrosión de la piezas o su “engripamiento” . Este caño debe drenar fuera del cuerpo de la caldera, ya que si cae sobre la misma puede provocar corrosión en la envuelta (cosa muy peligrosa).



¿Porqué las válvulas de seguridad deben descargar preferentemente en forma independientes?

Al descargar varias válvulas de seguridad a la misma cañería, se debe hacer la instalación teniendo en cuenta que la descarga de las válvulas a un mismo conducto provoca una presión que interfiere con la presión de descarga y capacidad de cada válvula, es decir, que puede que las válvulas no puedan descargar todo el vapor necesario por estar disminuida su capacidad. La descarga deberá tener la caída en el sentido de la descarga y si

hubiera una descarga vertical tener un drenaje inferior capaz de desagotar la condensación.

¿Porqué la válvula de seguridad del sobrecalentador de vapor debe descargar primero (más baja presión) que las válvulas de seguridad del domo de vapor saturado y cerrar por último?

Para proteger el sobrecalentador de que no quede sin vapor de enfriamiento, ya que si abren primero las válvulas de vapor saturado, se corre el riesgo de disminuir el caudal de vapor que circula por el sobrecalentador, pudiendo provocar su exceso de temperatura que lleve a que se "queme". De la misma manera, la válvula de seguridad del sobrecalentador deberá cerrar después que cierren la válvulas de vapor saturado (o sea que su "blowdown" o presión de cierre será más bajo) No olvidar que cuando abren las válvulas de seguridad es por sobre-presión, situación generalmente de exceso de combustión para el régimen de funcionamiento (consumo de vapor).

¿Cual es el momento de mayor riesgo para el sobrecalentador y porqué?

Cuando ponemos en funcionamiento la caldera y la misma se encuentra sin presión, el sobrecalentador está expuesto a la alta temperatura de los gases de combustión (y la llama en algunos casos) y la circulación de vapor es nula o mínima. El vapor a baja presión tiene un volumen específico muy alto (un kg. de vapor ocupa un gran volumen) por lo que el vapor que circula por el sobrecalentador tiene muy poco peso o sea que absorbe poco calor (ya que el calor será absorbido por el peso del vapor que pase y no por su volumen), esto hace que la temperatura de los tubos del sobrecalentador (se nota en la temperatura del vapor sobrecalentado) sube a valores muy altos corriendose el riesgo de que los tubos se

quemen.

Por ello hay que poner en marcha la caldera en forma suave o con ayuda de vapor auxiliar de barrido (de otra caldera), luego que la presión aumenta el pasaje de vapor con más peso por volumen, es suficiente para bajar la temperatura del vapor (y los tubos) con el vapor que se “tira”, pudiendose aumentar la combustión sin riesgo hasta lograr la presión de trabajo. Conectandose el vapor sobrecalentado al consumo sin cortar el flujo que mantiene la temperatura máxima bajo control.

¿Cual es la causa más común de riesgo en una caldera?

Quizás la falta de nivel de agua. Si bien las calderas actualmente vienen dotadas de dos controles de nivel (uno primario que controla la bomba de alimentación y corta el quemador en caso de bajo nivel, el segundo que sirve de respaldo al primero en caso que este falle por bajo nivel y no corte el quemador. El tapón fusible al fundirse generalmente no es suficente para apagar el “fuego”). Pero a pesar de haber dos controles de nivel la falla por bajo nivel (que generalmente provoca el hundimiento del hogar de las calderas humo-tubulares, aflojamiento de tubos, etc.) ocurre por:

1-Ambos niveles no llegan a cortar por estar llenos de barros y no permiten que baje la “boya” lo suficiente (en el caso general de los niveles por flotador) o los electrodos continúan haciendo contacto a través del barro como si hubiera agua (en el caso de los niveles de electrodos).

2-La súbita pérdida de nivel de agua por un arrastre violento (“priming” en inglés), ocurre en aquellas calderas que dadas comprometidas condiciones químicas del agua (falta de purga, muy alto PH o contaminantes tensoactivos), tienen además un alto grado de vaporización y se abre un consumo de vapor excesivo (generalmente

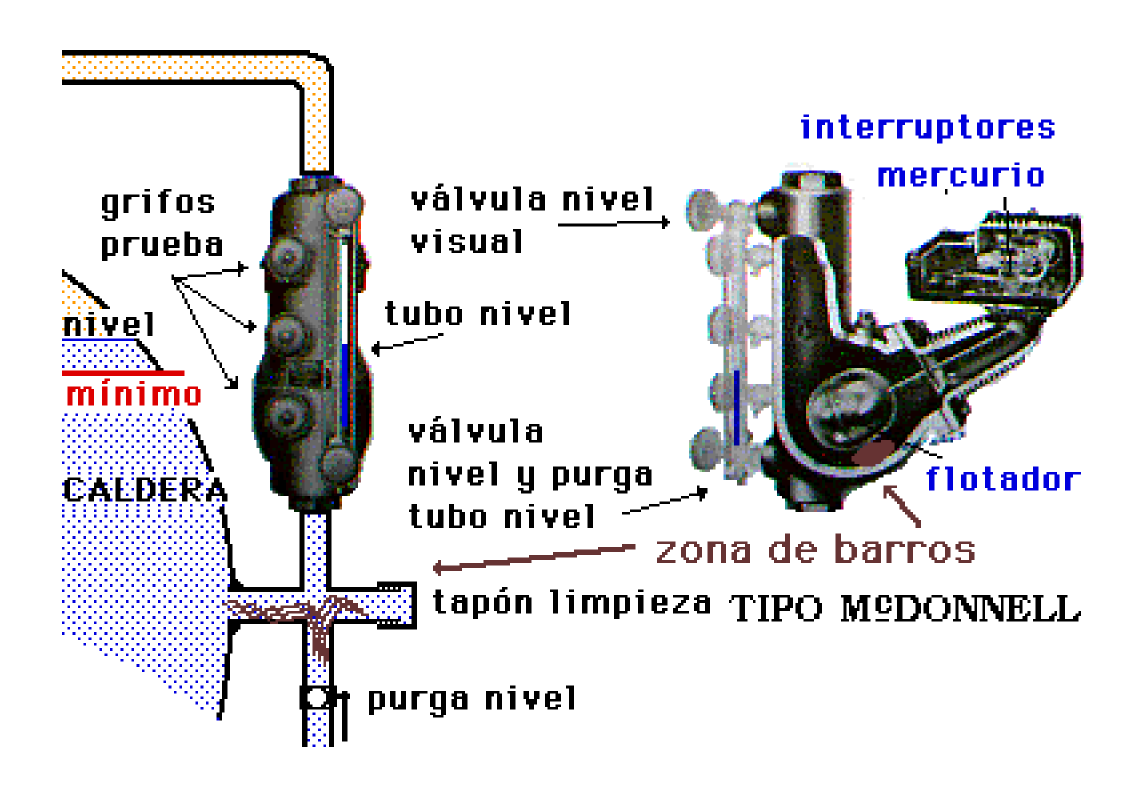
una válvula esférica de gran dimensión con inyección directa de vapor a un consumo importante, como ser : un baño, un “fulong”, etc.).

En este caso el agua se separa de la superficie caliente del hogar y es como si se “pegara al techo de la caldera” (el agua ocupa la cámara de vapor), no permitiendo el enfriamiento adecuado del tubo del hogar, que tiene en su interior una llama de más de 1000ºC , llegando el hogar a la temperatura plástica y siendo “hundido” por la presión.

3-También las instalaciones de control de los quemadores no están por lo general prevista para evitar que dos cables de control que van al corte del control de nivel, puedan unirse (cortocircuito) y simular que el control de nivel está normal **o también puede que un cable esté a tierra** y esto provoque una retroalimentación eléctrica que simule que el control de nivel está normal, quedando la caldera prendida pero sin agua. Estas dos causas se evitan: **a- si ponemos un transformador** de alimentación de 220 a 220 voltios (o sea aislando eléctricamente el control de la caldera respecto al sistema de la red de alimentación eléctrica, de manera que aunque tengamos un cable a tierra no podrá haber retroalimentación, **b- poner cada control de nivel que corte un cable diferente** de la alimentación al quemador, ya que si falla uno, queda el otro de repuesto (siendo capaz de cortar el quemador).

De aquí la importancia de purgar los controles de nivel cada 4 horas y con el quemador prendido (para ver si cortan adecuadamente al bajar el nivel).

Además no dejar de limpiar los cuerpos de los controles de nivel de acuerdo a la calidad del agua de alimentación y el tipo de tratamiento químico (cada 6 meses a 1 año como máximo se deberían destapar y limpiar).



¿Cual es la temperatura a la cual se puede vaciar una caldera parada?

Prácticamente se puede vaciar a cualquier temperatura, el problema es no hacer entrar agua fría con la caldera caliente y vacía a más de 80ºC.

Lo más conveniente es enfriar la caldera en forma natural hasta los 60ºC y luego vaciar.

Si hay apuro para enfriar:

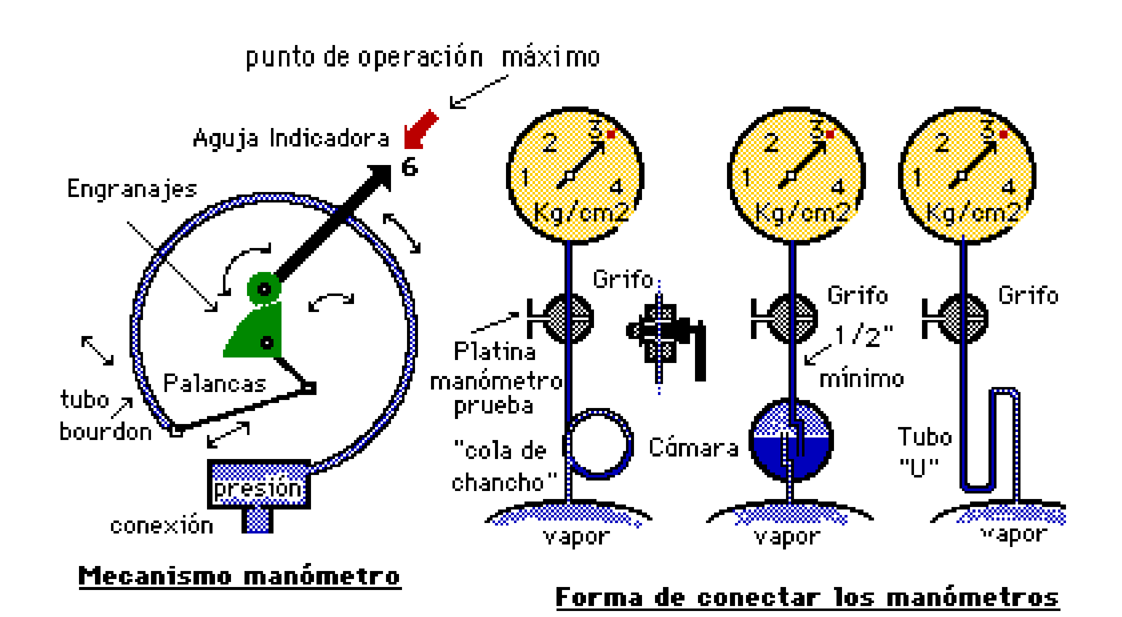
Mantenga la alimentación de agua relativamente más fría y purgue con la purga continua y con purgas de fondo cada 15 minutos.

Si hay más apuro, mientras efectúa la maniobra anterior, mantenga los tiros de aire abiertos (cuidando de no exagerar al principio **si la caldera tiene muchos refractarios** que podrían fisurar al enfriar de golpe) , se puede prender los tiros y los forzadores de aire, maniobrando suavemente hasta abrir totalmente el tiro y el aire.

¿Conviene purgar los manómetros en forma diaria?

No !!!! Deben de purgarse el mínimo posible (cuando sea necesario para limpiar los depósitos de la cañería que lo conecta con la caldera).

Cada vez que se purgan los manómetros, estos sufren un recalentamiento de su tubo de medición (tubo curvo, llamado “bourdon”), el cual es afectado por la temperatura y también por los gases corrosivos que transporta el vapor, ya que al purgar vaciamos el sistema de protección que lo aisla del vapor de la caldera (se vacía la “cola de chancho” o “sifón”), el cual se vuelve a llenar por la condensación del vapor al cerrar la purga. No purgue los manómetros ni deje que haya pérdidas en los mismos, limpie la cañería cada 6 meses.



¿Porqué los manómetros deben ser controlados anualmente?

El tubo de medición del manómetro (tubo "bourdon") se comporta como un resorte, la presión tiende a "enderesarlo", lo que mueve el mecanismo de la aguja para indicar la presión a la que esta calibrado.

Este tubo "bourdon" sometido a esfuerzo de la presión, a cambios de temperatura, va perdiendo su elasticidad lo que hace que la presión indicada no sea la correcta. También puede haber desgaste en el mecanismo de transmisión del movimiento a la aguja indicadora.

Una vez al año controle su manómetro.

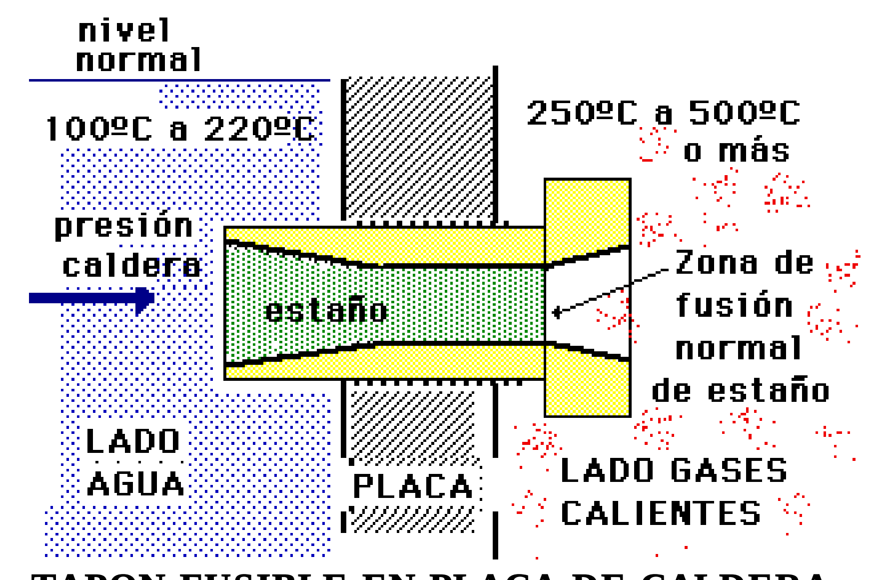
¿Porqué la conexión al manómetro en algunas calderas sufre corrosión acelerada?

En aquellas calderas que son alimentadas con agua de pozo muy alcalinas, el anhídrido carbónico desprendido de los bicarbonatos tiende a introducirse en la conexión fría al manómetro, bajando el PH y provocando una corrosión ácida (la solución a este problema puede ser resuelta aislando la conexión al manómetro a la salida de la caldera, de manera que el condensado esté más caliente, dificultando la disolución del anhídrido carbónico (CO_2).

¿Porqué se inundan las calderas cuando se paran?

Al inundar la caldera o sea llenar la cámara de vapor con agua tratada, especialmente sin oxígeno (o con un secuestrante de oxígeno : sulfito, hidracina, etc.), se evita la penetración de oxígeno del aire en el interior de la caldera, oxígeno que provocará corrosión ("pitting" o picaduras, corrosión por oxígeno diferencial, etc.). Para evitar la entrada del aire a la caldera inundada (ya que el nivel de agua tiende a variar por la dilatación y contracción, permitiendo la entrada del oxígeno) conviene poner un pequeño tanque de sello con agua hasta la mitad con una manguera conectada al grifo atmosférico y tomando del fondo del tanque, de manera que al contraerse el agua en el interior de la caldera al enfriar toma agua y no aire y si descarga por aumento de la temperatura, lo hace en el recipiente de manera de volverla a tomar cuando enfría.

Por supuesto que el PH del agua debe ser lo suficientemente alto para estar en la zona de menor corrosión (PH entre 10,5 y 11,5).



TAPON FUSIBLE EN PLACA DE CALDERA

¿Para que sirve el tapón fusible?

Por supuesto, para indicar, avisar y testificar que hay o que hubo un bajo nivel de agua. En la mayoría de las calderas el tapón fusible una vez que funde y deja escapar el vapor, éste vapor es insuficiente para apagar el fuego, cosa que se pretendía cuando comenzó su uso en el nacimiento de las calderas en el siglo pasado, pero al ir

aumentando el tamaño de la caldera, el tapón fusible es insuficiente para apagar la caldera, pero : avisa al foguista la presencia de un bajo nivel, indica que lo hubo o que hay un problema de alimentación de agua.

¿Porqué se funden los tapones fusibles?

Por supuesto, por bajo nivel, pero puede llegar a fundirse por otros motivos:

a-Mala construcción (estaño fundido de mala calidad, tapón demasiado cilíndrico en sostener al estaño, mal fundido, mal instalado).

b-Tapón incrustado del lado del agua (no se enfría lo suficiente).

c-Condiciones químicas del agua agresivas o que alteran la circulación del agua sobre la placa de montaje.

d-Problemas de combustión (exceso de combustión, etc.).

¿Porqué no se deben reconstruir los tapones fusibles?

El estaño por lo general es puro para mantener la temperatura de fusión en el valor adecuado, si lo refundimos o utilizamos un estaño que desconocemos su pureza, corremos el riesgo de alterar la temperatura de fusión, lo cual hará que el tapón funda a una temperatura inadecuada a la deseada. Antiguamente los tapones eran rellenados con aleaciones que fundían a distintas temperaturas deseadas, el problema que se presentaba era que a medida que pasaba el tiempo las temperaturas a que se fundían los tapones era diferente a las que eran dispuestas, esto se debía a que la aleación no era realmente una aleación y alguno de los materiales se segregaba con el tiempo y la alta temperatura a que estaba sometido, alterando con ello la composición inicial y

con ello la temperatura a que se funde, tanto subiéndola como bajándola.

¿Qué debo hacer al fundirse el tapón fusible?

Si bien **lo primero que debo hacer es apagar los fuegos**, debo cerrar el vapor para que el nivel de agua no baje más de lo necesario. Si el nivel visual no se ha perdido, es conveniente mantener la alimentación de agua para que el nivel no baje y mantenga el enfriamiento de los tubos superiores, ya que puede haya calor residual del hogar (especialmente si este tiene muchos refractarios o si la combustión es de celulósicos: leña, cáscaras, carbón , etc.). En el caso de leña, **si todavía es visible el nivel de agua,** es conveniente mantener la alimentación y tratar de producir vapor para consumir la leña que haya en el hogar, ya que la misma no se puede apagar (no conviene echar agua en el hogar caliente, puede deformar, fisurar, etc. las grillas, los refractarios).

¿Porqué se pueden producir golpes metálicos en las cañerías de alimentación?

Generalmente se producen golpes metálicos cuando fallan las válvulas de retención y se introduce vapor al interior de la cañería de alimentación, este vapor condensa al entrar en contacto con el agua fría y provoca “implosiones” (golpes del agua en el metal provocados por el vacío que deja al “desaparecer” una bolsa o burbuja de vapor, algo parecido a la cavitación de las bombas de alimentación a ser restringida la succión o tener el agua muy caliente).

En caso que ocurran “golpes” en la cañería de alimentación se debe procederse a reparar las válvulas de retención o de lo contrario se corre gran riesgo de que pueda romper la cañería y provocar un accidente, así como hacer girar la bomba de alimentación en forma

inversa a altas revoluciones si la válvula de retención queda muy abierta, provocando la destrucción de la bomba por efecto de la fuerza centrífuga (altísimo giro) o por fundición de los aros de desgaste , sellos o empaquetaduras por falta de lubricación con agua y alta temperatura (en este caso cerrar la válvula de alimentación de caldera cada vez que se termine de alimentar hasta que se pueda parar para reparar o cambiar las válvulas de retención).

¿Porqué algunas calderas al ser alimentadas con agua fría producen "ruidos" interiores?

Generalmente las calderas que tienen "cajas de alimentación" en la cámara de vapor (o sea que el agua de alimentación cae desde el vapor al agua y no dentro del agua de la caldera) al ser alimentadas con agua fría se provoca una rápida condensación del vapor que rodea la caja lo cual provoca "implosiones" (vacío relativo por condensación) que hace golpear el agua contra la caja. Esto puede hacer que la "caja de alimentación" se afloje y aún que los golpes y la presencia de oxígeno provoquen una rápida corrosión de la misma. Por ello hay que tratar de alimentar con el agua lo más caliente posible, esto evita los golpes y disminuye la concentración de oxígeno, dando vida y seguridad a la "caja de alimentación".

¿Porqué las empaquetaduras de las bombas de alimentación deben apretarse lo suficiente, pero manteniendo una pequeña pérdida: varias gotas por minuto?

Esta pérdida es necesaria para que se lubrique y enfríe la empaquetadura con el agua, de lo contrario se "quema" por fricción, lo que provoca que la empaquetadura se endurece y la pérdida es incontrolable.

Apriete la empaquetadura nueva en forma suave y retoquela en períodos de marcha hasta que la pérdida sea de algunas gotas por minuto.

¿Porqué las bombas centrífugas de cierta potencia deben arrancarse con la válvula de descarga casi cerradas?

Al arrancarse una **bomba centrífuga** (no confundir con otras) de potencia media a elevada, es como si intentáramos poner en marcha un auto con el freno de mano puesto. Las bombas centrífugas de alta presión cuanto más baja sea su presión de descarga mayor será la potencia que consumen, es decir, que si cerramos la descarga de una bomba centrífuga la potencia consumida por el motor disminuye. Si arrancamos una bomba de cierta potencia con la descarga abierta corremos el riesgo de hacer saltar los térmicos del contactor de arranque o si arranca por un sistema de estrella-triángulo este no pueda completar el arranque debido a que la bomba no toma suficiente rpm (revoluciones) en la primera etapa, saltando los térmicos al entrar en triángulo el contactor. Las bombas centrífugas de menor potencia se pueden utilizar con la descarga abierta (“On-Off”), absorbiendo el exceso de carga de arranque con el motor y el contactor.

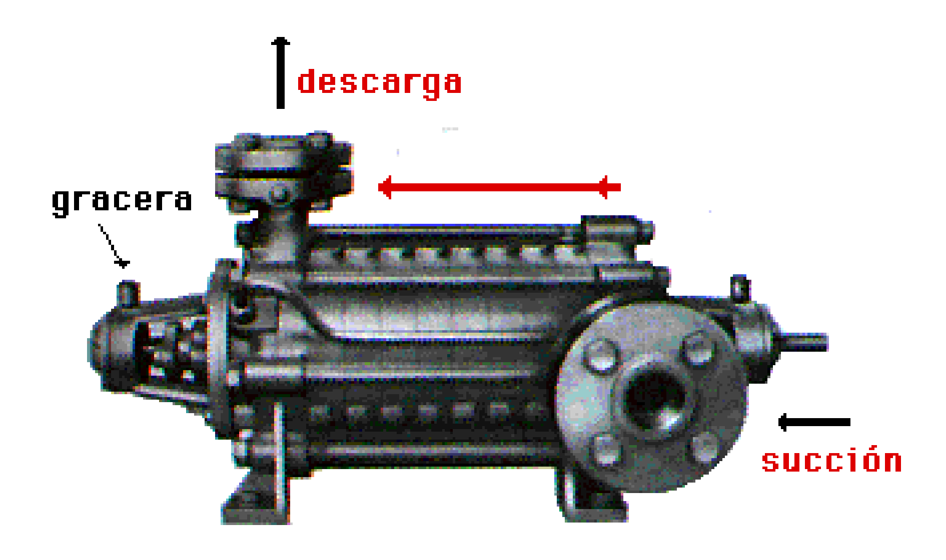
¿Porqué las bombas tipo “SIHI” o de rotores regenerativos tipo “Pelton” deben arrancarse con la descarga abierta, a la inversa que las centrífugas?

En este caso, estas bombas se parecen a las bombas de engranajes, es decir que no se les puede cerrar la descarga, ya que la potencia (y la presión) sube, pudiendo provocar una falla mecánica o la sobrecarga del motor eléctrico.

¿Porqué debe mantenerse un % de

circulación de agua en las bombas centrífugas que están permanentemente prendidas?

Una bomba centrífuga con la descarga totalmente cerrada, consume baja potencia del motor, pero dicha potencia se transforma en calor en el interior de la bomba por la fricción del agua que no se renueva y se calienta hasta vaporizarse, al quedar la bomba en "seco" la misma se "funde" por falta de lubricación y enfriamiento, función que cumple el agua al circular a través de la bomba.

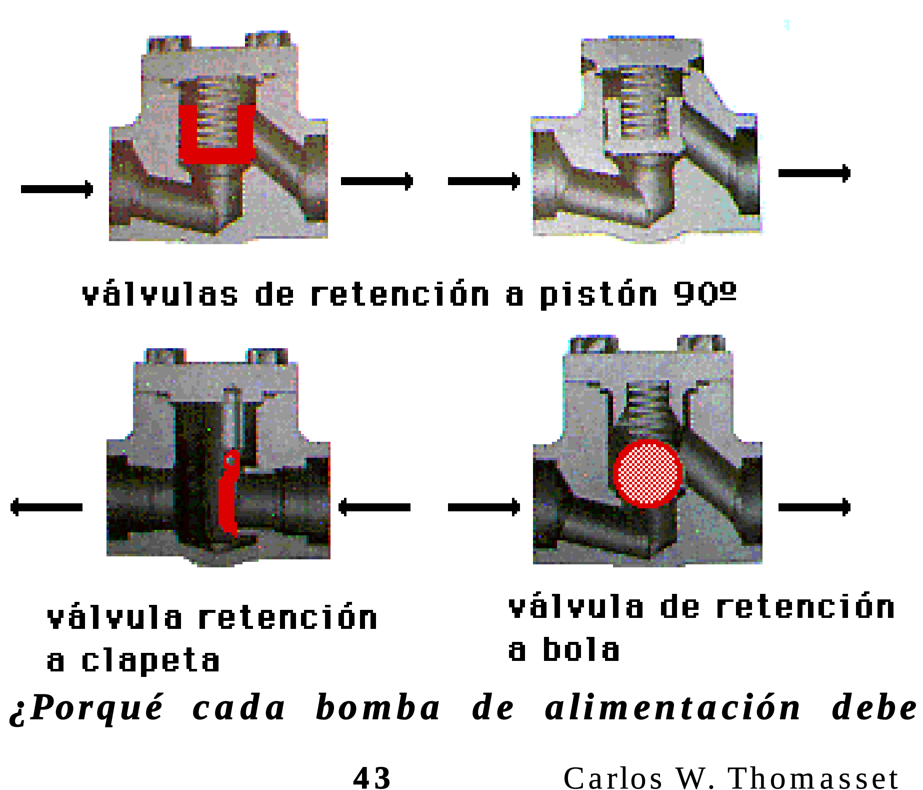


¿Porqué no deben ponerse en marcha las bombas centrífugas sin llenar de agua y purgar el aire?

El agua en las bombas centrífugas es el "lubricante" entre las partes que prácticamente se "rozan". Las pequeñas luces (décimas o centésimas de mm., que en un eje largo se tocan al girar y vibrar) como ser: entre los aros de desgaste (que sellan entre el rotor y la carcaza o voluta de la bomba), los casquillos entre el eje y el cuerpo de la bomba entre etapas, la "fricción" entre las empaquetaduras y los ejes o la "fricción" entre la pista

dura y la pista blanda del sello mecánico (entre el carbón, teflón, y la pista dura de cerámica o acero cromo-niquel). Todas estas pequeñas luces con posibilidad de una “fricción” serán separadas por una película de agua que las lubrica y enfría, pero la agitación violenta (fricción) del agua, genera también una gran cantidad de calor que la propia agua enfría al circular, que si esta no circula, las partes metálicas de la bomba recalentarían y se fundirían porque el agua se evaporaría y dejaría de lubricar.

Arranque la bomba inundada con agua y mantenga una circulación de un 3%-10% para mantener la refrigeración suficiente.



¿Porqué cada bomba de alimentación debe

tener su propia válvula de retención cuando se ponen en paralelo para trabajar alternativamente?

Si tenemos dos bombas de alimentación en paralelo (descargan al mismo caño), si no tienen cada una su válvula de retención y se ponen en marcha las bombas a la vez o se pone la bomba alternativa sin cerrar la maniobra que incomunica la descarga y succión de la bomba que estaba en marcha, se produce una recirculación de la bomba con presión o con más presión sobre la de menor presión. En la bomba parada se produciría una recirculación ,no permitiendo que la bomba en marcha alimentara la caldera. La bomba que estaba parada podrá girar o nó, al girar se corre el riesgo de tomar una sobre-velocidad que podría "centrifugar" partes metálicas de la bomba o del motor eléctrico provocando su rotura, efecto similar al fallar la retención.

Dos bombas en paralelo en marcha, sin retención entre ellas, la bomba de más presión podrá vencer el flujo o no de la bomba de menor presión, se corre el riesgo de provocar un recalentamiento de la bomba de menor presión por una disminución de flujo (si este queda equilibrado por la bomba de mayor presión). De hecho, cada bomba debe tener su válvula de retención (podrá haber una tercera retención común a las dos bombas antes la válvula de alimentación de entrada a la caldera).

¿Porqué las bombas de alimentación impulsadas por turbinas a vapor tienen un sistema de corte por alta velocidad?

Si la bomba se queda sin agua o se rompe el manchón de acople, o falla el mecanismo de regulación de las r.p.m. (control de revoluciones por minuto), la turbina puede hacer que la bomba o la turbina, tome una

velocidad tan alta que se “centrifugue” (gira tan rápido que “vuelan” partes de la misma como una “boleadora”, con un poder destructivo de una potencia extraordinaria). Estos mecanismos deben mantenerse de acuerdo a las normas indicadas por el fabricante. (También si el motor de impulsión es de corriente continua puede pasar lo mismo, a las que hay que sumar el corte de un campo eléctrico, ya que quien controla la rpm del motor es la intensidad de campo magnético).

¿Porqué las bombas centrífugas deben compensar el movimiento “axial” (a lo largo del eje)?

Las bombas centrífugas tienen en el rotor de un lado la presión de succión (presión que puede ser por debajo de la atmosférica en algunos casos o por encima si el tanque de alimentación está suficientemente elevado sobre la succión de la bomba) y del otro lado del rotor estaría la presión de la descarga más alta (dependiendo del diámetro del rotor, el número de rotores y las r.p.m. del rotor). Esta diferencia de presión de entre los lados de los “discos” (rotor) produce un “empuje” que tiende a ejercer una presión lateral. Si son muchos discos, esta presión o fuerza aumenta. Este esfuerzo debe ser absorbido por los cojinetes o por dispositivos especiales : poner discos encontrados para igualar el esfuerzo entre ambos lados, poner discos de compensación, hacer orificios de compensación interna (que consumen energía por recirculación interna que bajan el rendimiento de la bomba).

Las bombas con disco de compensación deben tener su acople al motor eléctrico o a la turbina de impulsión, con suficiente “juego axial” (movimiento libre en sentido del eje) de manera que sea el disco compensador quien ajuste la posición en que debe

trabajar la bomba (de lo contrario las luces internas no serán la que correspondan a la posición del disco de compensación, pudiendo haber “recirculaciones internas” que consuman una potencia por encima de lo normal.

Además no debemos olvidar que las bombas se ajustan al hacer su alineación y posición con la bomba a temperatura ambiente, pero luego estarán a mayor temperatura (más de 100°C si el agua es desaireada mecánicamente) y esto produce una dilatación de la bomba, que hace que haya un corrimiento en el sentido axial (a casi 1 mm. por metro de bomba).

¿Porqué el agua caliente hace que las bombas dejen de “tirar”?

Una bomba es capaz de “succionar” el agua porque en realidad es la presión atmosférica quien la “empuja” para que entre por la toma de la succión y se introduzca en el interior de la bomba para que recién en el interior del rotor es impulsada para levantar presión. Esto significa que para que la bomba no tenga la necesidad de crear un “vacío” interno capaz de elevar el agua desde un pozo (teóricamente con una profundidad máxima equivalente en metros a la presión atmosférica del lugar : al nivel del mar aprox. 10,033 m., por lo cual prácticamente la succión máxima teniendo en cuenta el rozamiento y presión de vapor del agua a la temperatura ambiente es de unos 7 m. la succión máxima de trabajo), necesitamos un **tanque elevado por encima de la bomba para que haya una presión positiva del agua** (su propio peso elevado) para empujar con dicha columna de agua a que la misma se introduzca en el interior de la bomba (venciendo el rozamiento de la cañería cuando esta fluye). Pero ocurre que el agua tiende a vaporizarse a una determinada presión que está de acuerdo a su

temperatura, esto provoca que cuanto más alta sea su temperatura más se vaporiza y esto hace que el "efecto de vacío" sea menor, obligando que cuanto más caliente esté el agua, más alto deberá ser el tanque de alimentación (debiendo ser por lo general más de 5 metros de altura de la succión de la bomba para poder trabajar a 100ºC). Si el tanque está presurizado con vapor, la altura deberá ser la indicada (aprox. 5 m.), debido a que si el tanque por tener una temperatura mayor a 100ºC en en el caso que sea presurizado, también su presión de vapor será mayor y hace que se compense contrarrestando la presión interna del tanque (lo cual no favorece a la presión de succión).

Cuando se forma una burbuja de vapor en la zona de succión de la bomba (al entrar el agua en el rotor), esta burbuja hace perder capacidad a la bomba debido a que este volumen ya no es ocupada por agua y se nota porque produce un "ruido" interno (que son la burbujas de vapor que colapsan contra el material del rotor, provocando su destrucción o corrosión mecánica).

Este fenómeno se caracteriza por ser llamado : **cavitación de la bomba.**

En resumen: cavitación es el fenómeno que provoca una vaporización del agua en el interior de la bomba, impidiendo este vapor mantener las condiciones de succión (el "vacío" necesario).

Se caracteriza este fenómeno por :

a-La bomba no alimenta correctamente.

b-Se sienten ruidos como a "moledora de maíz".

c-Los rotores de las bomba se "corroen" del lado contrario al del ataque o impulso. (pequeños cráteres que se provocan por las implosiones del agua al romperse el vapor de "flash" por aumentar la presión y bajar la

temperatura por mezcla con agua más fría) y que esta corrosión se acelera por efecto de las condiciones químicas del agua y el material de construcción de la bomba).

¿Porqué otras razones se produce la "cavitación" en las bombas?

Si observa la contestación anterior, tendrá una idea de lo que es el fenómeno menor de la cavitación : una falta de capacidad de succión por la vaporización del agua en la succión de la bomba, que provoca daños al material de la misma, fuera de que la bomba pierde capacidad.

Dijimos que la temperatura del agua es la principal causa, ya que a más temperatura el agua más fácilmente se vaporiza y provoca el fenómeno. Pero cuanto más alto sea el vacío del lado de succión de la bomba más será la posibilidad que esta "cavite", veamos las causas más importantes que nos llevan a este fenómeno:

1-Como dijimos, a mayor temperatura más cavitación (elevemos el tanque de alimentación).

2-Cualquier restricción del lado de la succión provocará un mayor vacío lo cual hará cavitar la bomba : **a-**cañería de poca sección, **b-**cañería incrustada (mayor fricción para fluir el agua), **c-** filtro de succión sucio (hay una "pérdida de carga" o fricción que hace necesario mayor succión), **d-** si la bomba se le hace bajar la presión de descarga y con ello se pretende aumentar su caudal, la pérdida de carga por exceso de caudal en la cañería de succión puede provocar cavitación, **e-**la presencia de elementos volátiles en el agua puede provocar que al vaporizarse éstos también se provoque cavitación **f-** el tipo

de rotor bomba (la forma del rotor del lado de succión lo hace adecuado o nó para atribuir su capacidad de succión sin cavitar), **g-** la revoluciones por minuto del rotor (a más rpm más facilmente cavitará).

¿Porqué debemos evitar que las bombas entren en cavitación?

Porque el efecto de cavitación provoca el ataque físico (y facilita el ataque químico) de los álabes de la bombas, provocando su destrucción en poco tiempo.

¿Porqué medios podemos evitar la cavitación?

Una instalación bien planeada y una bomba bien elegida evitarían entrar en cavitación a la bomba, para ello debemos de tener :

1-El tanque de alimentación con suficiente altura sobre la succión de la bomba (idealmente unos 5 m. de altura). Esto nos permite trabajar con agua caliente que es mejor para la caldera (para des-airear y para evitar los choques térmicos y mantener la respuesta de la caldera a las demandas de vapor).

2-La cañería de succión con suficiente diámetro, evitando usar curvas cerradas o elementos que puedan provocar restricciones a la circulación del agua.

3-Disponer de filtros generosos y de fácil limpieza para no restringir el pasaje del agua.

4-Elegir bombas adecuadas, con una succión que

disminuya el efecto de cavitación (esto generalmente está en el diseño constructivo, en las r.p.m, etc.).

5-Controlar la presión de descarga (evitar entrar en la zona de cavitación por exceso de caudal).

¿Porqué medios se puede dictaminar que una bomba está cavitando ?

1-El ruido que provoca a "desgranadora de maíz".

2-La falta de capacidad de bombeo.

3-Al desarmarla se nota corrosión del lado contrario al impulso de los álabes del rotor (debajo de la curvatura del álabe).

4-Trazando una curva presión de descarga contra consumo de energía (con un manómetro a la descarga y una "pinza amperimétrica") esta curva será de menor consumo que la curva trazada sin cavitación, hay como una pérdida de potencia al intentar aumentar el bombeo (apertura de descarga o menor presión a la descarga).

5-Introduciendo una pequeña cantidad de aire por la succión de la bomba se deberá sentir una disminución del "ruido" provocado por la cavitación.

6-En situaciones graves, si disponemos una "pinza amperimétrica" para medir el consumo de energía, veremos que el mismo "oscila".

¿Porqué las bombas de alimentación de varias etapas (alta presión) cuando trabajan con agua caliente al arrancar se deben de " girar a mano" y circular el agua de alimentación a la temperatura de servicio (generalmente a más de 100ºC al tener desaireador?

Dado que estas bombas tienen muchas etapas, sus ejes son largos y sus espárragos también, se puede correr el riesgo que si sufren un calentamiento de "golpe"

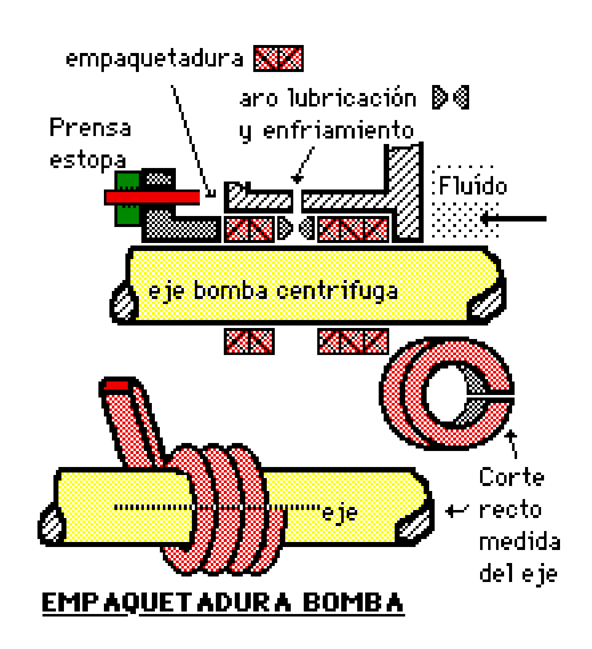
al arrancar en “frío”, se puedan torcer momentáneamente y provocar el roce de los elementos giratorios y los estacionarios, con un probable arrastre de material con deterioro del mismo, especialmente los sellos y manguitos. Algunos espárragos podrán ser afectados debido al calentamiento del cuerpo de la bomba que fuerza a los espárragos tensores y que luego al calentar éstos ya no tendrán la tensión adecuada para mantener el sello entre etapas.

Antes de poner en marcha la bomba, con la succión abierta y purgando del lado de descarga, haga circular el agua relativamente caliente girando la bomba (a mano) hasta lograr su calentamiento “parejo”.

¿Porqué las empaquetaduras de las bombas deben ser cortadas a 90º (rectas) y puestas con sus uniones desfasadas?

Si cortamos las empaquetaduras en “chanfle” o a 45º como en las empaquetadura de las válvulas, se corre el riesgo de que la empaquetaduras se “clave” al apretarla y roce con fuerza sobre el eje, quemándose la empaquetadura por la alta temperatura que genera la fricción. Al cortarlas rectas (90º), al apretar los cordones de empaquetaduras tienden a sellar en su centro y no en todo el cordón , lo cual disminuye la fricción sobre el eje. Las uniones puestas distribuidas evita que el pasaje del agua sea fácil entre los distintos cordones.

Apriete la empaquetadura suave y con la bomba en marcha haga pequeños ajustes, dejando perder varias gotas por minuto para mantener la lubricación y enfriamiento de la empaquetadura.



¿Porqué se instalan recirculaciones de agua a la bombas de alimentación de caldera?

Generalmente se instala una recirculación de agua de la descarga de la bomba al tanque de alimentación de agua a aquellas bombas de alimentación que tienen válvulas de regulación de la alimentación, estas bombas por lo general funcionan permanentemente, en determinados momentos las válvulas pueden cerrar el suministro de agua a la caldera y la bomba queda funcionando. Al estar la bomba funcionando y sin circulación del agua, hará que se produzca un recalentamiento interno del agua debido al rozamiento de la misma con las partes de la bomba al girar los rodetes en su interior. Si este sobrecalentamiento no es "sacado" del interior de la bomba puede llegar a ser tan alto que su temperatura transforme en vapor al agua y esta sea expulsada hacia la alimentación de la bomba, dejando la bomba sin lubricación de agua y sin enfriamiento. A las

posibles fricciones internas que puedan llevar a fundir la bomba, también se suma que deja la bomba “descebada” hasta que vuelva a condensar el vapor en su interior (sin la posibilidad de que alimente si esto ocurre).

Por lo tanto toda bomba de alimentación continua o sea modulada, debe tener una circulación que será un % de la alimentación máxima de la bomba según sea esta.

Esta recirculación generalmente o casi siempre, es fija y se hace por medio de una cañería que tiene una restricción apropiada al alto desgaste que provoca la fricción del agua al estar restringida (placas de orificio de metal duro, cámaras de varias etapas, laberintos, etc.).

¿Porqué las cañerías de purga de fondo deben ir “ancladas” firmes a la estructura del piso, dejando la dilatación correspondiente?

Cuando se purga una caldera, especialmente de fondo, la cañería de purga primero debe ser calentada abriendo lentamente la purga en su primera etapa, pero luego de estar la cañería dilatada, se procede a la apertura rápida de la válvula (esto depende del tipo de caldera y presión), esta apertura rápida provoca una alta velocidad del agua caliente sobrecalentada de la caldera que tiende a reevaporar (“flash”), la masa de agua toma tanta velocidad que al “golpear” en curvas de la descarga genera muy altas tensiones (“golpes de ariete”) que pueden provocar la rotura de la cañería y con ello dañar a las personas y al material. Por tal razón las cañerías deben ser soldadas y bien afirmadas, evitando curvas cerradas y dejando la dilatación correspondiente (casi 1 mm. por metro y por cada 100°C).

¿Porqué las cañerías de purga no deben descargar a 90º (en ángulo recto) al conectarse a la cañería principal de purgas?

Una cañería de purga conectada a 90º hace que cuando la misma se utiliza, el "chorro" de alta velocidad de agua y vapor "choquen" contra el metal de la cañería "descarnando" (corrosión por erosión) el metal del caño en donde descargan, provocando al poco tiempo su perforación. Este efecto en las purgas se elimina haciendo la interconexión con curvas suaves en el sentido de la circulación de la cañería a la que debemos conectarnos.

¿Porqué las cañerías de purga tienden a corroerse rápidamente?

La descarga de una purga es agua sobrecalentada, esto significa que descargamos un agua a una temperatura de saturación correspondiente a la presión del vapor, pero en la cañería de purga la presión una vez cerrada la purga es la atmosférica o un poco menor o mayor (según sea el tanque de enfriamiento de purga). Al purgar esta agua sobrecalentada tiende a evaporarse ("flash"), mientras está abierta la purga es una mezcla de agua y vapor a una presión correspondiente a la pérdida de carga de la cañería, pero al cerrar la purga la cañería tiende a vaciarse porque se llena de vapor, si no tiene tanque de enfriamiento entrará aire que con su oxígeno atacará el metal de la cañería y si tiene tanque de enfriamiento una vez que se enfría retrocede agua "sucia" del tanque cargada de oxígeno o generalmente de otros elementos contaminantes que provocan corrosión.

Por tal razón es conveniente hacer una adecuada instalación del sistema de purgas , descargando a un pozo de enfriamiento de aguas limpias (solo de purgas de

caldera).

¿Porqué las válvulas purgas de fondo deben ser calificadas?

La operación de una válvula de fondo es una operación de riesgo para la caldera y el operario, ya que si la válvula no cierra o tiene un desperfecto mecánico (rotura), tanto puede dañar al operador como dejar sin agua la caldera (y quedar la misma fuera de servicio). Las válvulas de purga de fondo conviene que sean válvulas adecuadas a la función (de una serie más alta a la correspondiente a la presión trabajo, mecánicamente apta, de paso no restringido, de materiales que soporten un "stress" térmico y mecánico, la más exterior de acción rápida, etc.) y además es muy tranquilizador que estén dispuestas de a dos en serie, de manera que la válvula más cercana a la caldera sirva de válvula de seguridad, ya que si abrimos esta primero y la cerramos por último, estará en condiciones para ser operada en caso de que falle la válvula más alejada de la caldera, permitiendo que esta última válvula pueda ser desarmada con la caldera en servicio para una reparación de emergencia.

¿Porqué a pesar que las válvulas de purgas por su "ruidoso" efecto al ser abiertas parecen sacar un gran volumen de agua?

Porque el agua de caldera al estar sobrecalentada (más de 100°C e igual a la temperatura de saturación del vapor de la caldera) al pasar a la cañería de purga sufre una reevaporación ("flash"), que hace una especie de "tapón de vapor" que dificulta la salida del agua, haciendo que en apariencia se saca una gran cantidad de agua. Para saber realmente la cantidad de agua que saca la purga, conviene mirar el nivel visual, la altura que disminuye el nivel de agua (no olvidar que la bomba de alimentación está tratando de recuperar el nivel)

multiplicado por la sección del espejo de agua a esa altura en el interior de la caldera equivale al volumen de agua purgado.

Ejemplo: el espejo de agua de la caldera es de 3 metros de largo y 1,2 metros de ancho (la superficie en decímetros cuadrados es : 30x12=360 dm2 y si el nivel baja 2 centímetros, el volumen será : 360x0,2=72 dm3, decímetros cúbicos o sean litros). Generalmente las purgas de los controles de nivel no pasan de 20 litros por purga. Por esta razón (la necesidad de extraer grandes cantidades de agua para purgar) y por otras (mantener las sales disueltas en un nivel máximo estable), es que se instalan las purgas continuas.

¿Porqué se instalan las purgas continuas?

Porqué las purgas de fondo y de nivel generalmente son insuficientes para mantener el nivel máximo de sales (T.S.D., la alcalinidad, PH, etc.), ya que al operarlas la cantidad de agua que sale no es muy importante y el operario debería en algunos casos estar purgando de fondo casi permanentemente, cosa que no es adecuado ni conveniente. La purga continua fundamentalmente sirve para sacar el agua con sus sales disueltas, las purgas de fondo sacan el agua con “barros” y sales disueltas (es conveniente que se hagan periódicamente), pero la purga continua permite que el límite máximo de control se mantenga en un valor estable y no alternativo. Su control es más fácil de llevar químicamente, ya que con pequeñas alteraciones su efecto se nota en el correr del tiempo, además el calor que “tiramos” por la purga continua es recuperable en su mayor parte por un recuperador (intercambiador de calor), también no afecta a la marcha de la caldera y prácticamente no hay riesgos operativos en su utilización (no siempre se puede purgar de fondo, ya que en la

mayoría de los casos se debe apagar el quemador).

¿Porqué se agitan los niveles cuando falta purga?

Al purgar, estamos sacando del interior de la caldera agua con sales disueltas, “barros” (elementos en suspensión), elementos no miscibles con el agua (algunos elementos orgánicos que no se disuelven en el agua). Todos estos elementos o cada uno en particular, cuando llegan a un determinado valor y dependiendo del régimen de combustión de la caldera (producción de vapor en ese momento), tienden a formar “espumas” (cambian la tensoactividad del agua como si fuera un “jabón”), estas espumas provocan burbujas (de vapor) de gran tamaño en el interior de la caldera sobre las superficies de intercambio térmico, que hacen oscilar el nivel de la caldera, cosa que se refleja en el nivel visual como una oscilación. Esto puede llegar a ser tan “grave” que pasa de provocar pequeños arrastres de agua de caldera al vapor hasta provocar el “arrastre” espontaneo del agua de la caldera (“priming”) y con ello provocar un “desastre” en las líneas de vapor y sus equipos (“golpe de ariete”). Así como provocar la quema de la caldera (especialmente el hogar y la placa más caliente, ya que es el agua quien las refrigera y al alejarse la misma, las superficies metálicas se calienta tan rápidamente por el contacto con altas temperaturas del lado de combustión, que la presión interna de la caldera deforma dichas partes (especialmente el hogar se deforma, las placas tienden a rajarse, los tubos en los mandriles y soldaduras tienden a fallar, etc.)

Cuando los niveles oscilen más de lo normal, es conveniente activar las purgas (especialmente la continua abrirla al máximo hasta que pase el efecto y se hagan análisis químicos de control).

Pueden haber otras causas mecánicas que

producen la oscilación del nivel del agua:

a-Fluctuaciones importantes en la combustión.

b-Consumo excesivo de vapor.

c-Zonas de la caldera con dificultades de circulación por barros e incrustaciones (capillas, gasógenos, etc.)

d-diseño inadecuado de la circulación en cargas altas de vaporización.

¿Porqué el nivel visual no siempre es la exacta repetición del nivel de agua del interior de la caldera?

Hay un efecto provocado por la densidad del agua, la densidad del agua es afectada por la temperatura (cuanto más caliente esté el agua más "liviana" será dentro de los valores normales de temperatura que hay en el interior de las calderas de vapor de baja y media presión. Ejemplo: esto es observable cuando nos metemos en el agua de playa y vemos que el agua superior es más caliente, porque sube por ser más liviana). Es también afectado por las "burbujas" de vapor o de gases que se desprenden del seno del agua que se calienta (todos podemos observar que el agua de una olla al hervir tiende a subir en la zona que se desprenden las burbujas de vapor que se forman en el fondo sobre donde actúa el fuego); la salinidad y el PH del agua también influye en la densidad del agua, cuanta más sales tienen más pesada se vuelve, pero como el exceso de sales y PH produce "espumas" (burbujas en el seno del agua que difícilmente se desprenden), el resultado final en el interior de la caldera es que la densidad del agua disminuye (salvo que la caldera tenga los fuegos apagados).

El el tubo de nivel y en las cañerías que lo conectan a la caldera (columna hidrométrica), el agua generalmente en el momento del arranque de la caldera es más pesada porque el agua está más fría, luego que

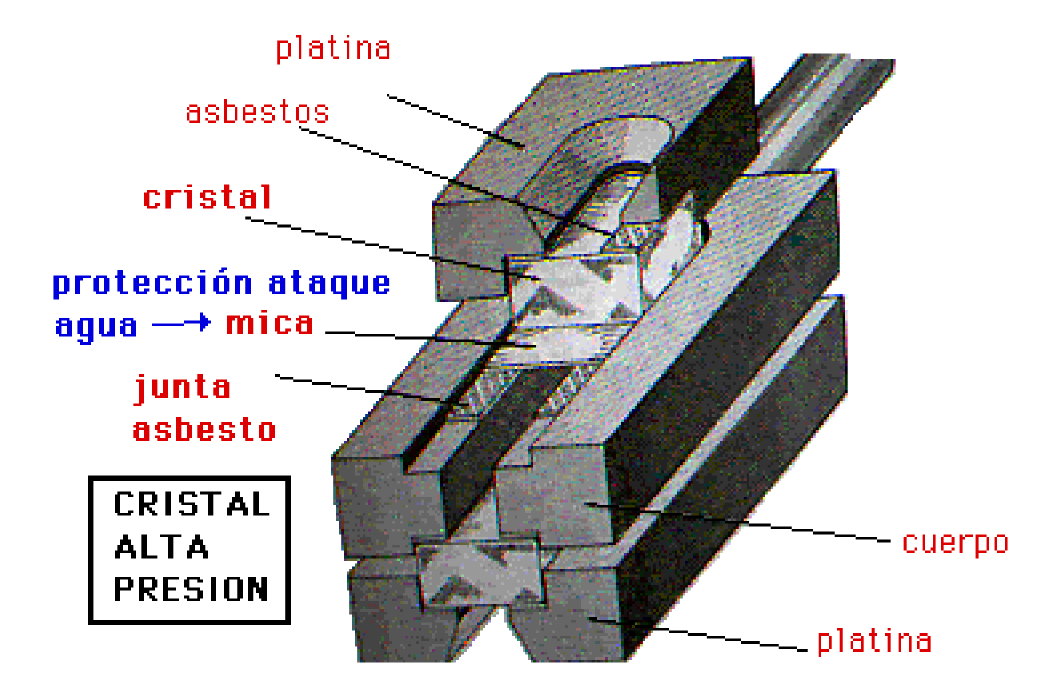
calienta la caldera, esta agua se calentará por el condensado de la línea de vapor que conecta con la cámara de vapor (pero seguirá siendo más fría, pero no tanto), aunque debemos de reconocer que dicha agua tendrá menos sales (por ser condensado), pero a su vez el agua del interior de la caldera¿ cuando esta vaporiza en forma elevada, será más liviana por estar llena de burbujas de vapor ascendentes, que en el nivel no existen, todo esto nos dará como resultado :

1-Cuando arranco con la caldera fría el nivel del agua deberá ser menor al nivel normal, ya que habrá una dilatación del agua al calentarse que hará subir el nivel por encima del nivel máximo en caso que arranquemos con el nivel normal, **pero a su vez el nivel visual indicado será menor, por estar la columna de agua del nivel prácticamente fría.** Sino tomamos esta precaución, la caldera arrancará con un nivel interior de agua que podrá producir arrastres en el momento de conectar la caldera a los consumos, esto es debido a la disminución de la cámara de vapor y por lo tanto también la distancia del agua al separador de vapor será menor.

2-Cuando la caldera vaporiza al máximo, debemos de tener cuidado que el nivel no esté demasiado alto, ya que el nivel interior será más alto por la presencia de burbujas de vapor en el interior de la caldera y si el nivel es ya alto, se producirán arrastres de agua con el vapor.

3-La elevada salinidad del agua por falta de purga será un factor de arrastre (formación de espumas), pero que debido a esta razón (burbujas y espumas) la densidad del agua será menor en el interior de la caldera (las burbujas permanecen en la circulación del agua de la caldera), por lo que el nivel de agua indicado será menor y sin embargo el riesgo de arrastre será mayor por las dos razones antedichas : nivel alto y espumas. Este fenómeno

se refleja en el nivel visual porque provoca como oscilaciones en el nivel (se deberá purgar lo antes posible y hacer un control de salinidad, tanto de sales disueltas, como en suspensión, el PH también juega un papel fundamental).



¿Porqué los tubos o cristales de los niveles visuales se "gastan" en la zona en contacto con el nivel del agua?

El agua de caldera debe tener un cierto valor de PH, generalmente no inferior a 10,5 y no mayor 11,5 (este último valor está limitado a la presión de trabajo de la caldera, las calderas con presiones mayores a 20 Kg/cm2 trabajan con PH menores a 11,5).

Estos valores de PH son para lograr estar dentro de la zona de menor corrosión en el interior de la caldera y cuando el tratamiento es con fosfatos la importancia es

mayor, ya que si trabajamos con fosfatos con valores más bajos de PH a 10,5 , corremos el riesgo de producir barros de fosfatos incrustantes.

Para lograr obtener estos valores de PH generalmente se hacen a través de la presencia del sodio (Na, sales de sodio), cuanto más sodio libre pueda haber en el agua de caldera, mayor será el ataque del sodio al material del tubo de nivel (o cristal), aunque se busca que el material de los tubos y cristales sea lo más resistente al sodio. Al aumentar la presión de trabajo los cristales son más atacados por elevado PH (debido al sodio y la alta temperatura) por lo que en calderas de media y alta presión es aconsejable la utilización de un superficie que separe el contacto del cristal con el agua (generalmente a base de “micas” en forma de láminas que se ponen entre el cristal y el agua, a los efectos de aislar el vidrio o cristal del sodio del agua).

Las calderas que son alimentadas con aguas de pozo ablandadas son muy perjudicadas por este fenómeno, ya que las agua muy duras al ser ablandadas sus sales de calcio y magnesio se transforman en sales de sodio. Generalmente esto se corrige a base de altos % de purgas o con tratamientos químicos adecuados (intercambio iónico, productos químicos que amortiguen la presencia del sodio, etc.

LA COMBUSTION

¿Porqué en la combustión de gas y de leña se debe monitorear con un instrumento, que además de medir el CO_2 ó el O_2, debe indicar el CO (monóxido de carbono) ?

La combustión de gas tiene una llama muy poco visible, si esta llama llega a la zona de los tubos en la caldera, se enfría, al enfriarse se apaga y generalmente no se producen humos visibles que indiquen la mala combustión. Algunos gases tienen la velocidad de combustión muy alta (como el hidrógeno) y otras muy bajas (como el CO o sea el monóxido de carbono). Esta velocidad de combustión aumenta con la temperatura. El CO (que es un gas) para entrar en combustión debe haber una buena temperatura, exceso de aire y debe haber un tiempo relativamente largo para lograr su combustión completa, como su llama no es muy visible, es muy difícil saber si se ha logrado su combustión completa si no se hace un análisis de “gases no quemados” (o monóxido de carbono) a la descarga de gases en chimenea. Tanto los gases naturales o artificiales contienen o se forma CO, también en la combustión a leña (aún si la quema es directa) la leña tiene una buena parte final de su combustión en forma gaseosa (o gases que se forman por destilación de la leña en la parrilla por alta temperatura o el mismo CO_2 -anhídrido carbónico- que se descompone en CO en unas de las etapas y el cual habrá que quemar en la etapa siguiente, para lo cual deberemos tener exceso de aire suficiente, tiempo y temperatura.

Tanto que si controlamos la combustión

midiendo el exceso de aire con el CO2 o el O2, es insuficiente para saber si estamos con un exceso de aire o una falta de aire (debajo del aire mínimo), ya que si hay O2 en exceso en chimenea, esto no significa que este haya podido entrar en la combustión completa, ya que puede ser el "sobrante" de una mala combustión. Use el triángulo de "OSTWALD" para saber si las medidas son "coherentes", es decir, si son correctas.

No olvidar que tanto el gas como la leña generalmente no presentan humos aunque haya una muy mala combustión. En el caso del F.Oíl si falta el aire habrá formación de humos, lo cual es un indicación segura de que hay falta de aire o mala combustión.

Vea en la página siguiente un triángulo de OSTWALD para F.Oíl pesado, en el cual se podrá buscar el punto de encuentro de las medidas hechas con un ORSAT (medidas en gases secos).

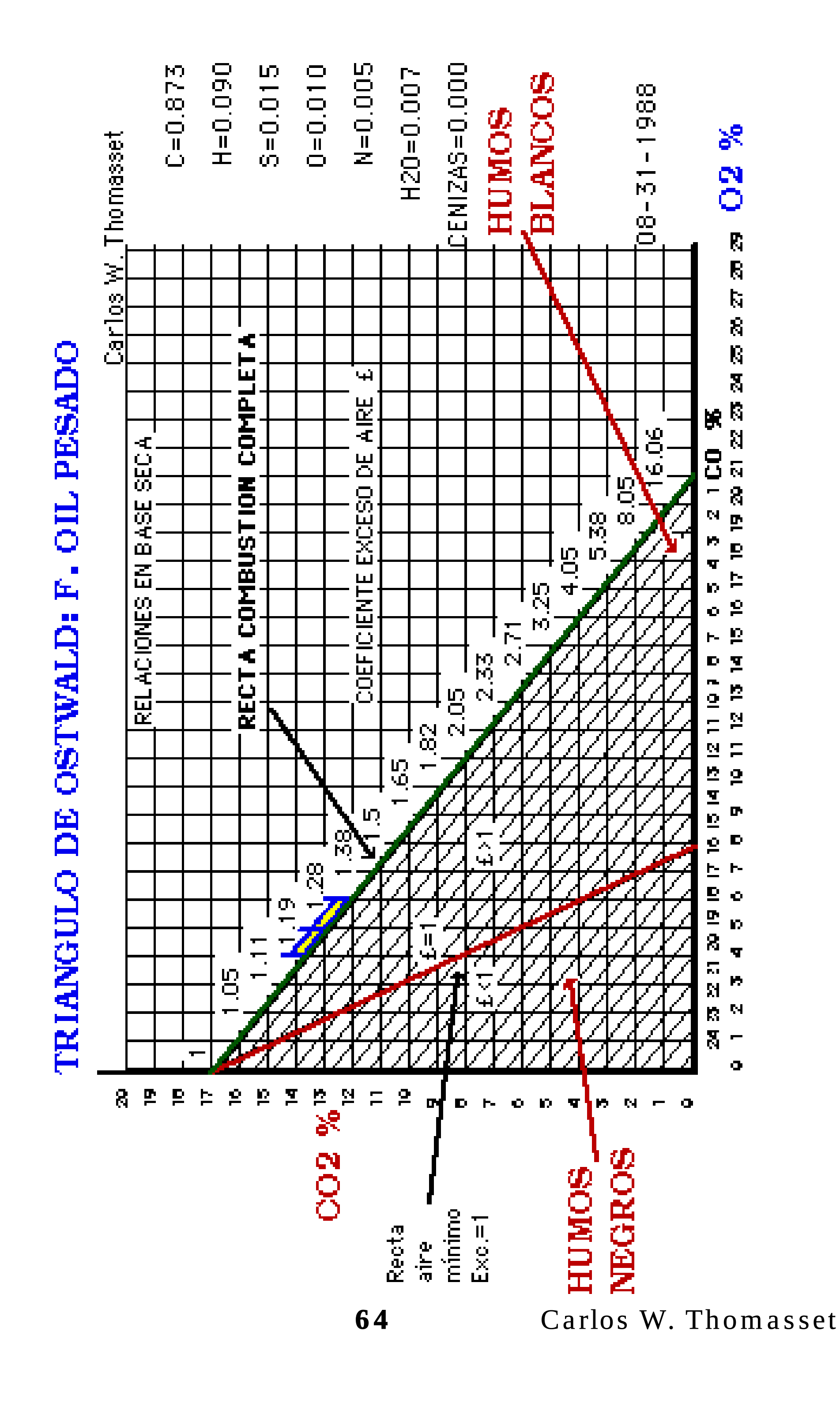
En la horizontal encontramos la medida de oxígeno (máximo atmosférico 21% en volumen).

En la vertical encontramos la medida de CO2%, el máximo para el F.Oíl pesado es de aprox. 16,5%.

La recta que une los máximo de O2% (21%) y el CO2% (16,5%) es la correspondiente a los excesos de aire con combustión completa.

Las paralelas a la recta anterior (combustión completa), en el interior del triángulo, corresponden a los % de CO, combustión incompleta (partiendo que sólo sea éste gas el no quemado).

Cuando medimos CO2%, O2% y CO%, supuestamente se deberán encontrar en un punto en la gráfica. En la práctica esto no es así, por lo que debemos tomar como punto el centro de un triángulo formado por los 3 puntos indicados por los valores medidos.


TRIANGULO DE OSTWALD: F. OIL PESADO
Carlos W. Thomasset
C=0.873
H=0.090
S=0.015
O=0.010
N=0.005
H2O=0.007
CENIZAS=0.000
HUMOS BLANCOS
08-31-1988
O2 %
CO %
RELACIONES EN BASE SECA
RECTA COMBUSTION COMPLETA
COEFICIENTE EXCESO DE AIRE £
1
1.05
1.11
1.19
1.28
1.38
1.5
1.65
1.82
2.05
2.33
2.71
3.25
4.05
5.38
8.05
16.06
£=1
£>1
£<1
CO2 %
Recta aire mínimo Exc.=1
HUMOS NEGROS

¿Porqué la combustión de gas obliga a un monitoreo (vigilancia) de llama más adecuado que una simple "fotocélula"?

La combustión de gas, en general , produce una llama poco visible, la célula fotoeléctrica normal no "ve" a esta llama (está fuera de rango su espectro sensible, ya que ella detecta más próximo al espectro visible e infrarrojo, y la llama del gas está en la zona del ultravioleta u onda más corta). Por lo que para detectar la llama de la combustión de un gas se utilizan células fotosensibles especiales que son capaces de captar los rayos emitidos por la combustión del gas o se utiliza la propiedad del gas en combustión que ioniza las partículas en combustión (usando esta propiedad se instalan "varillas de ionización", que detectan las partículas ionizadas y son capaces de dar una corriente de señal para hacer actuar un censor de combustión). Ionizar significa que las partículas se cargan con voltaje, volviéndose algunas con carga positiva y otras equivalentes con carga negativa.

¿Porqué la eficiencia de combustión refleja la eficiencia de transferencia (o aprovechamiento del calor)?

La eficiencia de combustión refleja la capacidad de la reacción del oxígeno con los elementos combustibles (carbono e hidrogeno especialmente), indicando si esta se ha realizado completamente, entregando el combustible su máximo calor en el hogar (es decir que no hay en los gases de chimenea elementos sin quemar, que se perderían por la chimenea sin aprovechar el calor). Contabiliza la pérdida a tener en cuenta por el exceso de aire que necesariamente debemos tener (hasta cierto límite depende del combustible y del tipo de quemador), exceso de aire que también es calentado hasta la temperatura máxima de

chimenea y se pierde por ésta. **Pero la temperatura de chimenea está relacionada a la capacidad de transferencia.** Es decir, que si la caldera en su régimen normal de marcha, con un exceso de aire normal, la temperatura de chimenea será de un valor que dependerá de la limpieza de las superficies de transferencia (hollín del lado del fuego e incrustaciones del lado del hogar, o la probabilidad que exista un "by-pass" de gases por rotura de un "baffle" , "by-pass" que permite que el gas caliente no haga su recorrido normal y permita que el calor se escape por la chimenea).

Por lo que la Eficiencia de combustión debería de llamarse : Eficiencia de combustión y transferencia.

¿Porqué se producen las explosiones de hogar?

Varias pueden ser las causas de las explosiones de hogar:

1-Falta de "barrido" (de aire) al prender el quemador, la presencia de combustible en hogar en el momento de prender el quemador, especialmente si hay cierta temperatura, al prender la llama piloto o mechero, una mezcla del combustible gasificado con el aire que se introduce para prender el quemador forma una combinación explosiva que al entrar en contacto con una llama se produce la explosión : **por lo que se hace imprescindible el "barrido" de gases con aire** (solamente) **durante unos segundos (o minutos) y en caudal suficiente.**

2-La presencia de calor excesivo o llama en el hogar en el momento de proceder al encendido del quemador. Este calor acumulado en los refractarios

(incandescentes) o la presencia de combustible ardiendo, hace que la introducción de combustible que se vaporiza o que ya está vaporizado, entra en combustión con dicha llama o foco de calor en forma violenta provocando una explosión de hogar de variada potencia.

Para evitar esto, se debe observar o tener un censor (fotocélula) que nos indique que no existe la situación de llama residual o foco luminoso de calor, además del "barrido", primero debe introducirse el mechero o encenderse la llama piloto, antes de proceder a alimentar el combustible.

3-Falla del censor de llama en detectar la presencia de llamas o focos de alta temperatura (refractario). Esto permitirá el encendido del quemador el cual introducirá el combustible piloto o principal sobre la llama o foco de calor con una explosión de hogar.

4-En calderas a leña la introducción de combustibles volátiles o que se volatilizan con el calor. Generalmente intentando reencender una caldera a leña con combustibles líquidos, que se viertan sobre las parrillas y estos vaporizan y provocan una explosión de hogar.

5-El apagado momentáneo de un quemador y su restablecimiento sin procedimiento de reencendido. Esta falla puede ser debido en un quemador a combustible líquido o gaseoso por una pérdida momentánea de la presión de combustible y el censor de llama no actúa con suficiente rapidez como para cortar el combustible y proceder a un procedimiento de reencendido. En el gas es fundamental tener un control de baja y alta presión de gas en línea, que apague el quemador frente a una variación anormal del gas.

6-Condiciones inestables de la llama. En este caso, la llama por razones de maniobras, momentáneamente entra en una zona de inestabilidad de

llama, pudiendose formar una mezcla explosiva que se reenciende en el seno de la misma llama. Hay quemadores que son inestables o hay calderas en que esta inestabilidad se produce con más facilidad. Estas calderas pueden es estar quemando combustibles como el carbón en polvo o aserrín, combustibles líquidos livianos o gaseosos.

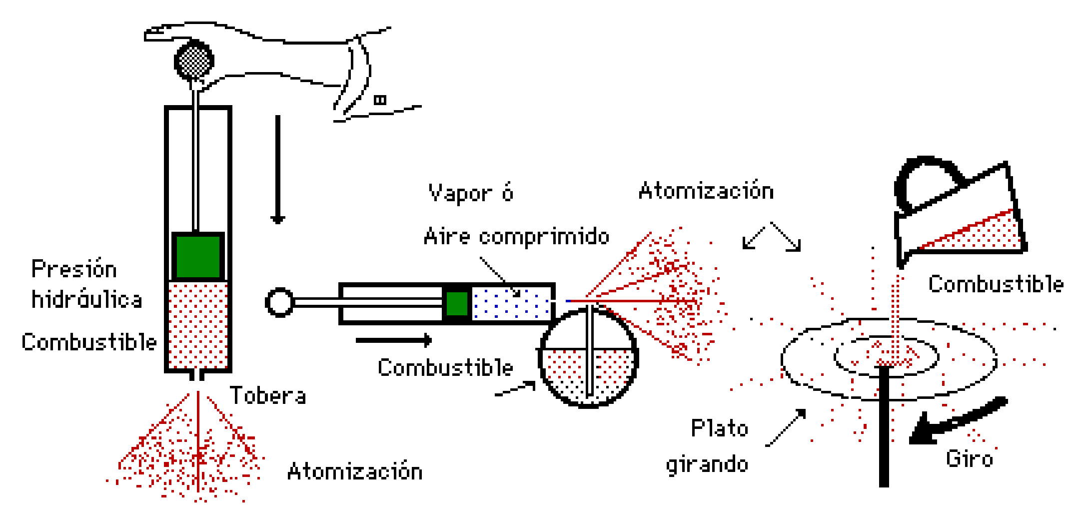
Es conveniente que estas calderas tengan "tapas o válvulas de explosión". O sea que se abren si la presión del hogar es muy alta y se cierran al pasar dicha onda de presión (se cierran por medio de pesas, resortes, etc. o tienen una superficie de sello de agua).

¿Porqué el F.Oíl se calienta en la atomización mecánica por presión a una temperatura mínima y máxima?

Para atomizar por presión el F.Oíl pesado debemos de bajar su viscosidad (hacerlo que quede fácil de que forme gotitas pequeñísimas al atomizar, haciendo que se parezca a un combustible liviano o si se quiere a un "agua"). La viscosidad, una forma de cuantificar el trabajo del desplazamiento del líquido entre dos superficies o un tubo, se mide en forma de diferencia, como ser el tiempo en pasar una determinada cantidad del combustible por un determinado orificio, ya que a medida que calentamos este combustible se "afina", pasando cada vez con menor tiempo, hasta que se llega a una temperatura en que prácticamente el tiempo es el mismo aunque la temperatura se siga subiendo : Es decir que se hace innecesario su calentamiento por encima de esa temperatura porque ya la viscosidad no baja más y se corre el riesgo de que el combustible se degrade (se "coquice" o "cocine" formando cascarillas de carbón o elementos abrasivos que destruyen y tapan los distintos orificios de compensación de los quemadores, sus calentadores se ensucian con incrustaciones de cascarillas de coque, etc. La temperatura máxima de un F.Oíl pesado

por lo general no conviene que pase de 145°C.

La mínima temperatura es la que el combustible, según sea el tipo de quemador, ya no se puede atomizar porque su viscosidad es muy alta y las gotitas de atomización serán muy "gruesas". Generalmente esta temperatura mínima es controlada por un termóstato que apaga o no deja prender el quemador si la temperatura no está por encima de dicha mínima (por ejemplo: 90°C).



¿Porqué el F.Oíl no se debe calentar en la atomización mecánica por copa rotativa a demasiada temperatura ?

Los quemadores de copa rotativa, quemando F.Oíl pesado generalmente trabajan a una temperatura más baja que los de atomización mecánica por presión y aún por vapor (aprox. 85°C máximo), esto se debe a que si la viscosidad es muy baja el combustible no es "tomado" por la copa girando (como si resbalase) y prácticamente es impulsado por su inercia al hogar sin atomizar bien. Debemos respetar una temperatura mínima (aprox. F.Oíl pesado en unos 75°C) para que atomice relativamente bien pero que la copa los pueda impulsar en finas gotitas de

atomización.

¿Porqué hay corrosión en las chimeneas de las calderas?

En prácticamente todos los tipos de combustión hay corrosión, cualquiera que sea el tipo de combustible, veamos las razones:

1-En F.Oíl la corrosión principal se debe a la presencia de azufre en el combustible, que al quemar produce anhídrido sulfuroso (SO2) que en determinadas condiciones pasa a transformarse en ácido sulfúrico, ácido muy corrosivo en la presencia de agua (especialmente con el hierro). Para que el ácido sulfúrico sea corrosivo, la presencia de agua es fundamental (el agua sale de la combustión del hidrógeno que contiene el combustible-en este caso puede ser de más de 1 litro por kg. de F.Oíl, más la humedad que aporta el aire de la combustión y el combustible), para que ello ocurra la temperatura de chimenea debe ser no mayor al punto de rocío (temperatura en la que se empieza condensar agua), como esta temperatura está ligada a la concentración de ácido del combustible, cuanto más alta la concentración de azufre más alta será la temperatura de rocío, es decir a mayor temperatura se produce la condensación del agua con el ácido y la chimenea se corroe (la temperatura mínima permitida por lo general en chimenea e intercambiadores de hierro, es de 180°C, por debajo de ésta la corrosión es muy importante).

2-En la leña, en los combustibles gaseosos, etc. que generalmente no hay azufre, la corrosión también está asociada al punto de rocío, pero en este caso los ácidos presentes no pertenecen al azufre, sino que se deben a ácidos formados por la mala combustión (llamados generalmente ácidos piroleñosos, como ser de la composición del ácido acético, fórmico, etc.). El agua en este tipo de combustión también es importante, tanto la

del resultado de la reacción del hidrógeno como del agua que trae la propia leña. En los gases licuados y naturales, la cantidad de hidrógeno es muy elevada y por lo tanto el agua que se produce también. Esta mala combustión no significa que falte oxígeno, sino que las llamas con insuficiente tiempo y temperatura no terminan de quemar y se apagan, quedando en la corriente de gas quemado toda una gama de elementos sin quemar y entre ellos estos ácidos que corroen el hierro de la chimenea e intercambiadores. En leña la temperatura mínima que se puede trabajar en chimenea es de unos 80ºC, pero esto depende de la calidad de la combustión, pues al igual que el azufre, cuanto más mala sea la combustión mayor será la temperatura en la que se produce el punto de rocío.

Con la quema del gas natural ocurre lo mismo.

3-En la quema de cáscaras, como la de arroz, hay gases sin quemar con características ácidas, pero además hay una cierta cantidad de azufre que forma ácido en el punto de rocío. Además de los fenónemos abrasivos que produce la elevada sílice que contiene, ayudando a que la corrosión aumente.

4-Los carbones, antracitas y otros residuales, contienen gran cantidad de azufre.

5-Toda combustión produce óxidos (CO_2, NO, NO_2, etc.) que con la presencia de agua producen ácidos corrosivos en mayor o menor grado (ejemplo: lluvias ácidas)

Mantenga un exceso de aire adecuado, una temperatura adecuada en la llama y que esta no penetre en los tubos (se enfría y se apaga), controle que la temperatura de chimenea no sea tan baja que pueda provocar la condensación que ataca el hierro de la chimenea e intercambiadores. NO OLVIDE QUE EN LEÑA Y GAS LA MALA COMBUSTION NO ES VISIBLE EN LOS HUMOS.

El AGUA

¿Porqué el agua se utiliza con ventajas en las calderas de vapor?

Hay varias razones por la que se utiliza el agua (a pesar de los problemas de incrustación y corrosión que provoca).

Las razones fundamentales son:

1-Es súper abundante .

2-El agua se puede utilizar en sus 3 estados : sólido (hielo), líquido (agua) y vapor (gas). Y estos estados tienen propiedades muy útiles y ocurren dentro de las temperaturas que el hombre maneja.

3-Está líquida dentro de la temperatura ambiente y por encima de los 100ºC sigue líquida si la presión se eleva junto con la temperatura (relación temperatura-presión en la zona de saturación). **Esto permite bombearla para su traslado en una cañería** (la forma más sencilla de trasladar un elemento).

4-El calor específico (calorías que puede almacenar por grado centígrado y por kg.) es **el más alto de los elementos líquidos bombeables,** con una densidad aceptable, lo que significa poder trasladar el calor de un punto a otro en forma fácil y en gran cantidad. De allí su uso en el enfriamiento de los motores de los automóviles, sistemas de enfriamiento, calefacción de edificios, etc.

5-Su uso en estado de vapor-líquido tiene la ventaja de **poder utilizar su calor latente de vaporización (calor latente cuyo valor por kg. es de un valor de 4 a 5 veces superior a calentar de 0ºC a 100ºC a 1 kg. de agua)** , lo que permite trasladar el calor y poder **transmitirlo a temperatura constante** en un

equipo térmico.

6-Su descarga a la atmósfera **no es contaminante** (las nubes son vapor), lo que sus pérdidas no son problemas del medio ambiente.

¿Porqué el agua presenta inconvenientes en su utilización en las calderas?

El agua es un solvente universal (es decir que prácticamente en menor o mayor grado puede disolver las otras sustancias que componen la Tierra), las sustancias disueltas en el agua se comportan en el interior de la caldera, produciendo distintos trastornos (aunque hay algunas que nos protegen de la corrosión, ya que el agua pura es corrosiva):

1-Hay sales que se descomponen con el calor y producen barros o incrustaciones (aislan las superficies de transmisión del calor produciendo pérdidas de eficiencia o daños por recalentamiento del metal). Los barros son precipitados que no se adhieren tan firmemente a las paredes del metal, pero que producen problemas de circulación interna (o arrastres) o incrustaciones barrosas que provocan los mismos problemas que las incrustaciones . **Como la descomposición de estas sales se produce por el calor que recibe el agua al entrar en la caldera, lo cual ocurre inmediatamente al entrar , se llama : dureza temporaria** (casi inmediatamente al tomar contacto con el calor se precipitan dichas sales con desprendimiento de anhídrido carbónico o sea CO_2)**.** A veces simplemente un agua dura sometida a presión con el simple hecho de descomprimirla (bajar la presión), se produce también dicha precipitación de las sales (las sales bicarbonatadas de calcio y magnesio-que forman la dureza temporaria- se descomponen, librando el CO_2).

2-Hay sales que precipitan porque el agua que entra a la caldera tiene sales que no son eliminadas más que por las purgas (ya que el vapor es agua pura con

pequeñas cantidades de sales que son arrastradas), estas sales en el agua de caldera se van acumulando (salvo que se saquen en forma suficiente por las purgas), al acumularse llegan a un valor que ya el agua no las puede tener en disolución y entonces precipitan. **Esto se llama : dureza permanente porque no se produce su precipitación por el calor que reciben, sino por evaporación (concentración).** Aunque pueden variar su concentración máxima en el agua de acuerdo a la temperatura (algunas sales se disuelven más con agua caliente -la mayoría- y otras menos).

3- Hay sales que producen corrosión. También en estos casos debemos considerar la corrosiónes provocadas por los gases que trae el agua (cuanto más fría el agua más gases traerá, especialmente aire si está en contacto con la atmósfera). En este último caso el oxígeno en el agua es muy corrosivo (especialmente atacando en forma de “pitting” : picadura), capaz de perforar los tubos de la caldera en pocos meses, especialmente si la caldera está parada. Dentro de las sales, podemos decir que hay corrosiones por bajo PH (ácida), por alto PH (ataque cáustico, fragilidad cáustica, etc.), por concentración del ion cloruro,por sales que favorecen la formación y desarrollo de los pares galvánicos (generalmente alterando la conductividad del agua), etc.

Pero en la mayoría de las calderas las incrustaciones, barros, corrosiones y ataques de gases son controlables y se pueden evitar.

¿El agua desmineralizada es la mejor?

El agua desmineralizada (suponiendola pura, es decir, H2O, cuya conductividad sea muy baja- mucho menos de 1 microSiemens de conductividad o sea con una resistividad mayor a 1 megaOhm) en las calderas se deben manejar con mucho cuidado, ya que la misma es de

tendencia corrosiva.

La razón de que es de tendencia corrosiva es que las paredes de hierro de la caldera no tiene ningún elemento que impida que el hierro tienda a disolverse en la propia agua pura, con la temperatura este fenómeno se acrecienta, ya que el PH del agua tiende a bajar con la temperatura.

Para usar agua desmineralizada en una caldera se debe hacer un tratamiento anti-corrosivo, elevando su PH y controlando el oxígeno disuelto.

El otro problema que se presenta es el control del agua desmineralizada, éste se debe hacer cuidadosamente, ya que si solamente se controla su pureza por medio de la conductividad eléctrica, puede pasar que si el equipo de desmineralización es de intercambio iónico, haya pérdida de sílice (arena disuelta), ya que la sílice es lo primero que un equipo de intercambio deja pasar (por fallas o mala regeneración) y **la sílice no es detectada por la conductividad** (no es conductora en el agua), por lo que la caldera podría concentrar valores de sílice muy alto y ésta comenzaría a incrustar la caldera en forma muy peligrosa (la sílice es muy aislante y casi imposible de sacar una vez incrustada la caldera).

En esta situación, en **alta presión**, podrá haber arrastres de sílice que incrustará a las turbinas de vapor (ya que se trabaja con vapor sobrecalentado y el mismo al entrar en una zona fría tiende a precipitar la sílice, que desbalanceará la turbina con riesgo vibraciones y falta de rendimiento, siendo muy dificil de limpiar).

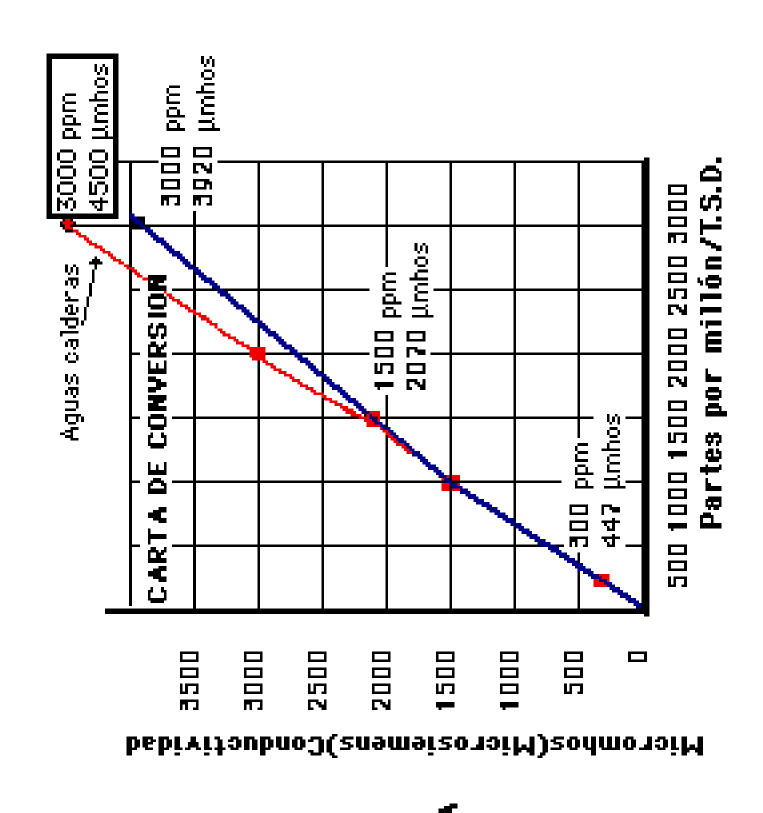


GRAFICO INDICANDO LA RELACION ENTRE LA CONDUCTIVIDAD Y EL CONTENIDO TOTAL DE SALES DISUELTAS (T.S.D.). DE UN AGUA NATURAL PROMEDIO Y CURVA TEORICA ADECUADA PARA AGUA DE CALDERA EN BAJA PRESION Y TORRES DE ENFRIAMIENTO.

Una forma rápida de medir la cantidad de sales que contiene el agua es midiendo la conductividad (pasaje de corriente eléctrica). Se tomará un promedio, ya que todas las sales varian su conductividad en el agua de acuerdo a la forma que se ionizan.

¿Qué es mejor : el agua de pozo o el agua de superficie (generalmente OSE en la mayoría de las poblaciones)?

Como al agua antes de ser usada en las calderas, es conveniente extraer sus sales de **calcio y magnesio** o sea **la dureza** (las sales que incrustan o forman barros), el método más generalizado en las plantas pequeñas y medianas es la utilización de un intercambiador iónico ciclo sódico (ablandador de agua ó suavizador, antiguamente con zeolitas: una arena natural de una determinada región ; hoy son resinas sintéticas con mayor capacidad de intercambio). Esto significa que por cada litro de resina sintética con una capacidad de 55 gramos por m3. como carbonato de calcio de capacidad de intercambio debemos de gastar entre 150 gramos de sal a 200 gramos de sal, tendremos que si el agua de pozo es muy dura, gastaremos gran cantidad de sal en comparación con el agua de superficie, generalmente mucho más blanda que la del pozo.

Como el agua que debemos de purgar es proporcional a la cantidad de sales que tiene el agua a reponer y cuanto más agua se reponga más será dicha purga, esto significa tirar por las purgas agua ablandada, productos químicos del tratamiento y a veces mucha energía (combustible) ya que el agua de la purga es agua sobrecalentada (que a veces se puede utilizar su calor en un intercambiador y tirarla más fría). En este último caso, es evidente que el agua de los pozos tienen mayor salinidad en general que las aguas de superficie, lo que obligará a tirar por la purga gran cantidad de agua, productos químicos y energía.

Para saber que agua utilizar se debe hacer un balance, analizando ambas aguas y de acuerdo a los consumos de sal, productos químicos, energía tirada por las purgas, hacer una evaluación de costos para saber cual agua es la más conveniente.

Generalmente es más conveniente el agua de superficie (lagos, ríos , arroyos).

¿La mejor agua es la de lluvia?

Generalmente es de bajo contenido de sales (producto del lavado de la atmósfera y los techos), el **gran inconveniente que tiene es que es muy corrosiva** por la presencia de gases corrosivos : oxígeno atmosférico, lavados de humos de chimeneas (algunas con elementos tan corrosivos como el azufre de los combustibles, otros ácidos producto de la combustión o de procesos químicos o biológicos , ya que el agua de lluvia lava la atmósfera), etc.

Su uso puede ser bueno ya que hay poca necesidad de purgas, **pero su control químico debe ser muy estricto, regulando su PH y manteniendo la eliminación de oxígeno en forma permanente.**

¿ Las condiciones climáticas afectan al agua de las calderas?

Si!!!!!! y mucho. Cuando hay épocas de seca las aguas superficiales (y algunos pozos) tienden a aumentar su concentración salina, esto provoca el aumento de la dureza del agua (hay que regenerar más seguido los ablandadores), al aumentar la salinidad hay que aumentar más las purgas por lo que hay más aumento del tratamiento químico (éste podría sufrir alguna alteración). Hay mayor riesgo de un problema de fisura en la placa

caliente y en los mandriles de los tubos (generalmente asociado a la mayor concentración de la sales de sodio).

En las épocas lluviosas, la salinidad baja, favorece la marcha del tratamiento, menor dureza, menor salinidad (baja la nesecidad de purgar).

¿Porqué el agua de alimentación es conveniente calentarla lo más que se pueda?

Son varios los beneficios de calentar el agua de alimentación:

1-Al calentar al máximo, con el agua próximo a los 100°C en los tanques abiertos a la atmósfera, se desprende prácticamente la mayor parte de los gases, siendo el oxígeno el más importante de eliminar, esto hará bajar la corrosión por oxígeno y la necesidad de utilizar grandes cantidades de secuestrantes de oxígeno de origen químico.

2-La caldera al alimentarse con agua caliente, sufrirá menos esfuerzos mecánicos por los choques térmicos (esto afecta mucho a los sistemas de alimentación que tienen cajas de alimentación en las cámaras de vapor, ya que por el choque de agua fría con el vapor, esto produce “golpes de implosión”-condensación expontanea de la mezcla de agua fría y vapor- que pueden aflojar la estructura de la caja y aún producir la rotura de los anclajes y peor aún: fisurar la soldadura de la cañería de alimentación a la envuelta).

3-El salto térmico entre el agua de alimentación y el agua sobrecalentada es menor, por lo que la caldera tiene una reacción más rápida frente a una demanda de vapor (el agua de alimentación caliente actúa como una “alcancía” de energía, permitiendo que la caldera se

"agrande" frente a una demanda de vapor).

¿Porqué los tanques de alimentación duran tan poco tiempo cuando son de hierro?

En el tanque de alimentación se produce una mezcla de agua de retorno de condensado (generalmente sin oxígeno) y agua de reposición (con una carga de oxígeno muy importante), esta mezcla de agua hace que el oxígeno del agua de reposición frente al agua caliente del condensado de retorno, produzca una "aireación diferencial", cuyo resultado es una corrosión del metal. Para evitar esto debemos en lo posible mantener el tanque a la máxima temperatura (100°C) y lo más homogéneo posible, distribuyendo el condensado en un tubo de mezcla.

La introducción de productos químicos ayuda a evitar esta corrosión, pero como el tanque está abierto a la atmósfera en la mayoría de los casos, por lo que entra aire o sea oxígeno, la corrosión podrá limitarse, pero no eliminarse, salvo que el tanque sea construido en acero inoxidable.

¿Qué es lo más importante en el tratamiento del agua de la caldera ?

Es probable que todos los procedimientos jueguen un rol importante : ablandamiento del agua, desaireado, introducción de productos químicos, fijación de límites químicos operativos, purgas y procedimientos.

Pero , según lo he vivido, no hay nada más importante que el manejo de las purgas : ya que por los purgas se extraen los barros y lo que es muy

importante, las sales, las cuales producen una serie de fenómenos que nos pueden llevar hasta la destrucción de la caldera.

¿Cuales son las contaminaciones que más afectan el funcionamiento interno de la caldera ?

Son varios los elementos que son contaminantes del agua de caldera, los mismos pueden venir en el agua de condensado de retorno o por las cañerías de vapor (al cerrar el vapor o apagar la caldera se produce vacío que "chupa" de los serpentines perforados o los calefactores o mezcladores de uso directo de vapor).

1-En frigoríficos y chacinerías , la grasa del material que se usa como materia prima produce graves trastornos : espumas, arrastres, hasta "priming" (un arrastre tan violento que prácticamente tiende a desalojar el agua de la caldera, corriéndose el riesgo no solo de producir golpe de ariete, placas y tubos fisurados, sino que hasta el hogar puede ser aplastado por falta de refrigeración en calderas de alta densidad de fuego, como las de F.Oíl). Además produce corrosión.

2-En plantas lecheras, la presencia de arrastre de leche o condensado de los evaporadores de los secadores de leche, pequeñas trazas de elementos tensoactivos, producen alteraciones en el agua que producen : espumas, arrastres, disminución del PH o sea corrosión.

3-Las plantas químicas, las textiles, se contaminan con productos químicos ácidos (corrosivos) o alcalinos (como la soda) que producen espumas, arrastres, "priming", corrosión y fisura cáustica.

4-Las fábricas de azúcar, caramelos; se contaminan con azucares que en el interior de la caldera se transforman en ácidos que corroen a la caldera.

5-En las plantas que usan agua de pozo que

tienen alta dureza, la acumulación de sodio (producto del ablandamiento que es el intercambio del calcio y magnesio por sodio), si no es controlado por las purgas o químicamente, produce : espumas, arrastres y el peligroso “priming”. Corrosión generaliza y fragilidad cáustica.

6-Cuando en las plantas se utiliza el hipoclorito de sodio, el cloro es un peligroso contaminante, ya que es muy corrosivo. Bloquea las resinas de intercambio iónico (los ablandadores pierden rendimiento por ser la resina atacada: oxidada), el metal de la caldera es corroído en forma muy importante (se comporta como el oxígeno). Para eliminar este problema, conviene clorar a menos de 1 ppm para que no ataque a la resina y luego eliminar el cloro que se introduzca al sistema con el secuestrante de oxígeno. En algunos casos se deberá poner un dispositivo capaz de absorber el cloro (filtros de carbón activado).

7-Las plantas que potabilizan agua y no logran flocular adecuadamente el sulfato de alúmina en la planta de agua y termina floculando en los ablandadores y la caldera : bloquea a los ablandadores y produce corrosión en la caldera.

¿Los tanques de alimentación presurizados corren algún peligro?

Sí !!!!!!!! Los tanques de alimentación con desareadores tienen una gran superficie debido a su tamaño, el continuo fluctuar de su trabajo térmico (mantener una temperatura y presión constante a pesar de las variaciones de la alimentación de agua), más el sometimiento a condiciones químicas no estabilizadas (ya que buena parte de las primeras reacciones químicas ocurren en su seno), hace que los mismos sufran un

”stress” que provoca fisuras, por lo que es necesario hacer periódicas inspecciones de su estructura. Si bien la presión es baja, la superficie donde trabaja dicha presión es muy grande, lo cual puede llegar a provocar daños importantes en dichos tanques (hay riesgo de expansión !).

¿Porqué las calderas paradas son las más propensas a sufrir corrosión?

Al pararse una caldera y no tomar la precaución de inundarla de agua (con el agua en su interior todavía caliente a no más de 100ºC, antes que se contamine de oxígeno), el vapor en su interior se condensa y en la cámara de vapor se inunda de aire atmosférico (con todo el oxígeno que contiene: 21% en volumen o 23% en peso). Este oxígeno si bien oxida la cámara de vapor que está húmeda, la parte más peligrosa es su disolución en el agua, provocando picaduras por oxígeno (“pítting”) y corrosión por aireación diferencial. Los tubos superiores serán los primeros en ser afectados, pero luego todos serán atacados, ya que el oxígeno disuelto en el agua es compensado con nuevo oxígeno que entra por donde entró el aire.

Es conveniente que la caldera parada no sólo esté inundada, sino que tenga suficiente secuestrante de oxígeno (a base de sulfito, hidracina u otros), que tenga un tanque de compensación capaz de responder a las dilataciones y contracciones del agua por la temperatura de la sala que varía, de manera que descargue el agua si dilata y que la vuelva a tomar si contrae. Mantener un control químico del secuestrante y el PH en forma periódica mientras esté fuera de servicio.

¿Qué debo hacer con una caldera que se le ha sacado el agua y quedará varios días vacía?

En este caso es conveniente, si la caldera permanecerá abierta o vacía mas de 24 horas , vaciarla con el agua todavía bien caliente (más de 60°C) hasta el final, abrir la entrada de hombre y alguna tapilla inferior, de manera de permitir que la caldera se seque lo antes posible con la propia temperatura y la corriente de aire, de manera que las superficies internas queden secas y no se produzca corrosión. También se puede usar algún medio auxiliar de calor, un pequeño quemador, resistencias eléctricas o un fuego con leña o tablas en el hogar (muy controlado y de baja capacidad). Es conveniente antes de vaciar proceder siempre a un manguereado para la extracción de barros.

¿Frente a un tubo o cristal de nivel visual que no se aprecia el nivel de agua, que debo hacer?

Hay dos posibilidades, la caldera **está inundada** (el nivel está lleno de agua, puede haber un golpe de ariete muy peligroso para la instalación y las personas) o puede que la caldera **se esté quedando sin agua** (el nivel desapareció por abajo, dejando el tubo lleno de vapor transparente, hay riesgo de “quemar” la caldera).

Frente a esta situación **lo mejor es apagar los fuegos, cerrar la válvula de vapor y la válvula de alimentación de agua e investigar el nivel por medio de los grifos de nivel manual** (ideal) **o la purga del nivel** (como un recurso dudoso)**.**

Abrir los grifos por orden (son 3) de manera de ver si en los 3 sale agua (caldera inundada) o si en los 3 sale vapor (caldera quedándose sin agua) o de otra manera purgar el nivel visual, si no aparece el nivel de agua en el tubo, es probable que la caldera esté sin agua (pero no es seguro, ya que puede ser que esté tan alto el nivel, caldera inundada, que no se logre bajarlo hasta el tubo o el cristal donde se pueda observar la separación agua-vapor).

Si la caldera está inundada, purgar hasta que aparezca el nivel, haciendo purgas intermitentes. Luego prender los fuegos, ver porqué se produjo la falla (puede ser un flotador “pinchado” del control de nivel automático).

Si la caldera está quedándose sin agua, puede que el tapón fusible no haya fundido (si fundió en el momento de observar la falla mantenga la alimentación de agua), ver si ya el nivel de agua está por debajo del límite de seguridad (el agua ya dejó tubos expuestos en la cámara de vapor, vea si sale agua por la purga continua o la purga del nivel que está más abajo que la continua), no intente alimentar (puede deformar la caldera, se aflojan tubos, rajan placas o aún peor: puede provocar una explosión si el metal está a más de 1000ºC), espere a que la caldera enfríe, evalúe si hay daños, alimentar con la caldera una vez fría (si es necesario, hacer alguna prueba hidráulica), para luego poder prender los fuegos (investigue la falla de porqué se quedó sin agua). La pérdida de vapor por el tapón fusible generalmente es insuficiente para apagar los fuegos, pero es un buen indicador de la pérdida de nivel por bajo nivel.

¿Todas las sustancias químicas utilizadas en los tratamientos químicos de calderas son seguras para su manipulación?

No todas, en general todas producen distintos tipos de problemas si no se manipulan con criterio.

Ejemplos:

La soda (soda cáustica) y la **ceniza de soda** (carbonato de sodio) que se utilizan para controlar el PH, al ser disueltas con el agua son agresivas a la piel (queman químicamente) y especialmente la soda cáustica es muy peligrosa al ponerla en contacto con el agua (calienta y puede salpicar, si se salpica lavarse inmediatamente con abundante agua, si entra en contacto con la vista disponer

abundante agua e ir inmediatamente a un oculista; a veces es conveniente que el agua que nos lavamos tenga algo de acidez, ácidos compatibles con la piel : desde un simple limón, algo de vinagre, habiendo ácidos más apropiados pero que no se encuentran normalmente disponibles en la vida cotidiana, por supuesto que después hay que enjuagar con agua limpia abundante).

Los secuestrantes de oxígeno (sulfitos, hidracina, etc.) pueden entrar en reacción violenta con algunas sustancias químicas oxidantes.

La hidracina se debe tener como muy combustible si no está en proporción con agua (se utiliza como combustible para cohetes), pero su peligro mayor es que está considerada cancerígena (bajo ninguna circunstancia debe ser usada en contacto con la piel, también "quema". Su presencia en el vapor, en las fábricas en las que se utilice el vapor en contacto directo con el ser humano o alimentos, es prohibitivo.

Los fosfatos, especialmente el trisódico, se comporta como la soda, tiende a atacar la piel, los polifosfatos son menos agresivos, siendo todos tolerables.

Los ácidos usados en la limpieza química, normalmente el **ácido clorhídrico** (un gas disuelto en el agua), al ser usado con el agua caliente en la caldera, se desprende y es muy agresivo para las vías respiratorias. **Hay otros ácidos usados en limpiezas químicas (orgánicos e inorgánicos) su principal peligro es el riesgo de explosión por hidrógeno.** El ácido al atacar el metal de la caldera desprende hidrógeno, este hidrógeno frente a la presencia de oxígeno forma una mezcla explosiva y en determinadas condiciones si se produce una ignición por la presencia de una chispa o la presencia de alta temperatura puede "explotar", siendo una de las reacciones más violentas debido a la alta velocidad de la

llama del hidrógeno. Situación bajo control por el técnico.

Los polímeros son elementos de dispersión para evitar la incrustación por distorsión cristalina (actúan impidiendo la formación de los cristales que forman las incrustaciones, distorsionando su crecimiento y en su lugar supuestamente se formará un cristal no incrustante, antiguamente se llegó a usar hasta el grafito con este motivo). El problema práctico del uso de los polímeros es no incrustar la caldera con polímeros, ya que su utilización en forma masiva queda como un "plástico" que forma una incrustación aislante, provocando los mismos problemas que las incrustaciones. Su uso en muy pequeñas cantidades y en aguas desionizadas o muy bien ablandadas previamente dá un cierto resultado. En alta presión, donde se trabaja con agua muy puras, ha dado resultados satisfactorios en pequeñas dosificaciones, dado su alta capacidad de soportar altas temperaturas, zona que los elementos orgánicos clásicos no son utilizados.

Su manipuleo se debe de tener en cuenta, ya que su ingestión puede provocar daños en el organismo dado su casi imposibilidad de ser digerido.

Hay elementos de origen natural utilizados hace más de 200 años en las calderas con bastante buen éxito, como ser : almidones, taninos, etc.. En general la mayoría de estos productos no hacen daño, salvo el tanino que puede provocar un problema si se ingiere (mancha terriblemente cualquier cosa !!!!).

Los vapores de las calderas pueden estar contaminados con los productos de la química utilizada en la caldera debido a los arrastes de agua, por lo que se debe ser muy cuidadoso de la utilización de productos químicos que no contaminen el ambiente o los productos en los que se utilizará el vapor.

Permanentemente hay nuevos productos ofrecidos en plaza, que todavía no han demostrado su desempeño o

si son agresivos al medio ambiente, por lo que hay que ser cuidadoso de utilizar solamente productos suficientemente probadas en el tiempo.

¿Los sistemas magnéticos para tratamiento del agua son eficientes?

Sistemas ofrecidos en plaza, que vienen como las golondrinas, cada tanto, son elementos que aseguran que tratan el agua de calderas y que son de óptimo resultado : **¡ cuidado, puede ser muy peligroso usarlos ! Está en juego no sólo la integridad de la caldera, sino hasta la posibilidad de que se pueda provocar un accidente de tal magnitud que pueda destruir parte de la fábrica (provocado por la incrustación, los barros, que pueden bloquear los elementos de seguridad).**

Estos aparatos no actúan alterando la química del agua, ya que si la analizamos antes y después , los valores químicos del agua son los mismos. Puede haber algún aparato que produzca ondas de ultrasonido que actúen en forma mecánica : rompiendo las incrustaciones duras apenas formadas. Es casi imposible pensar que un agua que no ha sido alterada químicamente, pueda actuar de diferente manera, dejando de ser corrosiva y de incrustar la caldera .

Como en el tiempo ha habido muchas de estas ofertas con “tristes” resultados, aconsejo lo siguiente:

Con esta clase de “aparatos” es conveniente esperar que “haga la experiencia el vecino” y no tomar decisión hasta que uno personalmente pueda ver los resultados, ya que en su implementación se corren importantes riesgos personales y económicos.

¿Es posible utilizar el agua de las purgas en otras aplicaciones?

Con un tratamiento a base de fosfatos y sulfitos, el

agua que "tiramos" por las purgas (la continua fundamentalmente), aunque saquemos la mayor parte de su calor (para calentar el agua de reposición u otros servicios), en algunos casos se puede reutilizar : como agua caliente para limpieza (pisos de zonas con elementos grasos, aceitosos u otros como restos de elaboración de raciones, cajas de camiones, etc.) Es un agua que si el ablandador de agua funciona correctamente no habrá barros. A veces la misma purga continua conectada a una manguera de alta presión para vapor, con un puntero especial para agua caliente, pero siempre regulado desde la caldera (sin válvulas sobre el puntero para evitar que la manguera levante presión), se podrá usar directamente como si fuera una máquina de lavar debido a que tendremos en el puntero una salida de agua y vapor (los fosfatos y la soda libre, serán elementos que ayudan a la limpieza).

¡ No cerrar nunca desde el puntero, siempre desde la caldera !

¿Es mejor disponer los productos químicos para los tratamientos internos en forma continua o en "baches" ?

Los tratamientos químicos en forma de "baches" (es decir introduciéndolos una o dos veces por turno), tiene el inconveniente que habrá un momento con exceso de tratamiento (al poner los mismos, en ese momento existe exceso que puede provocar espumas y arrastes) y habrá un momento en que los productos serán mínimos (ya que se ha "consumido" en las reacciones químicas y fundamentalmente perdido por las purgas).

La alimentación continua (con bomba dosificadora) y especialmente si es proporcional a la producción de vapor (a la reposición del agua de alimentación), es la mejor forma de aprovechar el efecto de

los productos químicos, ya que se irán "encontrando" las partes de agua no tratadas con sus productos químicos necesarios (la pérdida por la purga de los mismos es mínima).

¿Porqué se deben fijar límites químicos y físicos al tratamiento químico del agua en el interior de la caldera?

Los límites químicos (PH, alcalinidad total y alcalinidad hidróxidos) así como los físicos (T.S.D.-total de sales disueltas- total de elementos en suspensión, etc), afectan en gran forma el resultado de la marcha de la caldera, creando importantes riesgos (espumas, arrastres, "priming", corrosiones, fisuras , fragilidades).

Por ejemplo : a- en calderas de baja presión es deseable la presencia de soda libre (alcalinidad hidróxido) cuando el tratamiento es a base de fosfatos, pero su exceso eleva el PH, creando condiciones de inestabilidad en el agua, forma espumas, provoca arrastres y problemas de refrigeración en partes internas de la caldera (provoca fisuras de placa y fisuras de tubos en sus soldaduras a las placas, pudiendo a marchas elevadas provocar un "priming" y hasta la destrucción del hogar).

b- Un exceso de salinidad (T.S.D.) y si hay sólidos en suspensión con más facilidad, las espumas y los arrastres estarán prácticamente a cualquier capacidad de marcha, aumentando con el aumento de la producción.

c-La sílice debe ser limitada, ya que su presencia puede provocar una incrustación de muy difícil extracción y muy aislante.

¿Los límites químicos están afectados por presión y tipo de caldera?

¡¡¡¡¡ Sí !!!!!!!

En calderas de alta presión y media presión, el problema de los límites es muy importante (ya que no

afectan solamente a la caldera, sino que a la calidad del vapor, que generalmente es utilizado en turbinas), estos límites estarán fijados por la presión (y tratamiento químico), así como el tipo de caldera y uso para el vapor.

A más alta presión los límites serán fijados más bajos en general y el tipo de caldera estará afectando de acuerdo a la circulación interna de la misma (tubos de agua o tubos de humo, circulación forzada o natural, etc.) y accesorios (como sobrecalentador de vapor). Del uso del vapor dependerán algunos límites, las turbinas deberán evitar la presencia de sales en el vapor (en vapor de calefacción es más tolerante), especialmente la presencia de sílice (que tiende a "evaporarse" a más alta presión y tiende a ser transportado con el vapor y depositarse en las zonas más frías, como ser en los álabes de las turbinas, quitándole eficiencia a las mismas y hay un riesgo de desequilibrio, siendo muy difícil su extracción una vez solidificadas).

Los arrastres de soda libre (alcalinidad hidróxidos) pueden ser muy corrosivos para las turbinas. Esto puede hacer atacar tanto los álabes como el eje con su superficie de sellado (zona de laberintos, carbones de sello, etc.).

¿Se puede tolerar que una caldera pueda funcionar sin tratamiento químico del agua ?

No!!!!!!!!!!! Tarde o temprano habrá algún serio inconveniente con esta caldera.

Por ejemplo podrá haber:

1-Corrosión.

2-Si tiene control de nivel automático, el riesgo de que dejen de funcionar y provoquen un accidente por bajo nivel de agua (bloqueo por barros de los controles).

3-Incrustación con pérdida de rendimiento, pero lo mas riesgoso es el recalentamiento de tubos y hogar, provocando su fallo.

4-Bloqueo de la circulación interna, por barros incrustantes, provocando un recalentamiento local con problemas en tubos y hogar.

Si Ud. opera una caldera en estas condiciones, insista para que se haga un tratamiento químico, ya que tarde o temprano (dependerá del tipo de agua) habrá un incidente o accidente (a veces muy serio). Mientras tanto mantenga la caldera bien purgada y cada 3 meses abra los controles de nivel y límpielos internamente.

¿Porqué las calderas nuevas deben ser sometidas a un hervido de puesta en marcha?

Una caldera nueva o con tubos nuevos, tiene las superficies de los mismos con restos de grasas, aceites, elementos de conservación y fabricación, óxidos, etc.. Si ponemos en marcha una caldera en estas condiciones, el agua o el vapor pueden presentar inconvenientes (en la pureza del vapor y en el comportamiento de la circulación interna), pero el principal problema está en el comportamiento futuro de las superficies metálicas respecto a la formación de zonas que son corroídas por una diferencia electrolítica entre el mismo material. Es decir que hay zonas que corroen a otras, formando una “pila eléctrica” (zonas anódicas y zonas catódicas). Esto se asemeja al problema de los pares galvánicos (pilas formadas por distintos materiales en un medio acuoso).

Cuando hacemos el hervido no solo estamos desengrasando una caldera, también la estamos “pasivando”, haciendo que el material tenga un comportamiento adecuado para evitar la corrosión (siempre y cuando se haga luego un tratamiento químico adecuado).

Por ello en los hervidos se utilizan materiales desengrasantes y pasivantes, llevando la operación varias

horas con presión reducida de la caldera, pasando luego a un riguroso manguereado para sacar los depósitos de barros.

¿Cuales son los límites químicos que se deben indicar en un tratamiento químico clásico?

1-T.S.D. (Total de Sales Disueltas). Este análisis indica la cantidad de sales que están disueltas en el agua de caldera y la fijación de su máximo admisible evita (junto con otros límites) la posibilidad de arrastres, espumas y “priming” (arrastre espontáneo). Se mide en ppm (partes por millón ó mg/l miligramos por litro, expresiones casi similares numéricamente en la práctica), estas medidas salen de la relación que medimos entre las sales contenidas y el peso o volumen del agua. Podemos medirla de otra manera, como una relación con la conductividad del agua por sus sales, en unidades como µS (micro-Siemens) o transformarla en ppm (partes por millón, ya que en el agua de caldera se puede establecer aproximadamente que 4.500 µS equivalen a 3.000 ppm o aprox. a 3.000 mg/l. Como vemos, ppm y mg/l se aproximan sus valores, pero no son iguales debido a que las ppm están referidas al peso y los mg/l referidos a un volumen.

a-Se puede medir por evaporación (tiene en cuenta casi todas las sales disueltas, salvo que se descompongan al secar), es muy trabajoso y poco práctico, ya que lleva mucho tiempo y trabajo.

b-Por medio de un salinómetro de pesada (por el peso específico del agua con un medidor por flotación similar a los densímetros de baterías, pero al que también hay que corregir por la temperatura, el agua más caliente es menos densa). Lo malo de este sistema es la imprecisión, ya que la variación del peso específico es muy pequeño, lo afecta mucho la temperatura (y también el problema que los sólidos en suspensión tienden a contrarrestar la

lectura, falseando la medición, ya que a más sólidos en suspensión, menor valor dará, pero es cuando más afecta la consideración de los sólidos en suspensión el comportamiento del agua (es decir : la suma del T.S.D. + sólidos en suspensión son un límite máximo importante).

c- Por medio de la conductividad eléctrica (conductivímetros). El agua cuanto más sales tiene más conduce la electricidad (debido a la carga de iones al disociarse las sales) y también cuanto más caliente, más conduce debido a la disociación del agua y las sales con la temperatura (esto obliga a corregir a una temperatura estándar). Lo bueno de este sistema, si bien es impreciso (ya que las sales varían en su capacidad de disociación, que la sílice no se mide por que no se disocia, etc.) es que en realidad lo que medimos es la conductividad del agua, la medida que más afecta el comportamiento del agua de caldera (el agua, si está pura, es casi aislante), y cualquiera sea la carga de sales, esta conductividad dependerá más de la clase de sales. **Pero, como dijimos, es más por la conductividad que responde el comportamiento del agua (la tensoactividad)**, de tal forma que un aumento de conductividad por la presencia de sales como el sodio libre (hidróxido) , produce más riesgos de arrastres, espumas,etc., pudiendose limitar el riesgo aunque el total de sales en peso sea el admisible, pero con la calidad de sales se llegue a una zona de riesgo.

Esto significa que si el instrumento indica en ppm (partes por millón), al ser por conductividad la medida, estará protegiendonos de aquellas sales muy tensoactivas que pudieran producir arrastres (como el elevado PH).

2-El PH (es un valor numérico que va entre 0 y 14, el valor medio indica el equibrio entre los extremos y se llama valor neutro o PH 7, pero para que se pueda medir el PH siempre debe haber agua que disuelva un producto químico capaz de disociarse, así tendremos los extremos,

siendo el 0 el valor de los ácidos fuertes disueltos en el agua, como el ácido clorhídrico, el sulfúrico, etc., aumentando el valor a medida que el ácido es más débil o menos concentrado, luego para pasar a ser mayor que 7, las sales son alcalinas, siendo la soda cáustica con cierta concentración el PH14, con elementos menos alcalinos o básicos, o menos concentrados o como el amoníaco, etc. los PH serán más bajos). Las calderas deberán tener un PH por lo general entre 10,5 y 11,5, siendo esta franja la menor corrosión del metal de la caldera, si es menor a 10,5 por lo general aparece corrosión o algunos tratamientos químicos pasan a ser incrustantes, y si pasa de 11,5 por lo general aparece corrosión cáustica, se disuelva la capa protectora de óxido magnético que protegen los tubos, puede haber espumas o arrastres, más grave aún es el ataque del hierro por fisuras o agrietamientos intergranulares. **Para medir el PH se pueden usar métodos eléctricos , o químicos por cambio color en sustancias** (como los indicadores de PH en papeles impregnados con sustancias químicas, siendo este método muy práctica para el control de las calderas de baja presión, su precisión es suficiente). **Es muy importante este control de PH para evitar riesgos de accidentes, generalmente cuando el PH es más de PH12, se debe aumentar la purga continua para bajar las sales que provocan el PH** (por lo general el PH alto es una falta de purga o contaminación, pero también el PH bajo puede ser contaminación o que entra agua dura a la caldera).

3-Alcalinidades. Las alcalinidades (alcalinidad a la fenolftaleína, alcalinidad total, alcalinidad hidróxidos) en el agua de caldera son las sales que nos dan el control del **PH** en el agua de caldera. Las sales responsables de la alcalinidad en el agua de caldera en un tratamiento clásico a base de fosfatos son los mismos fosfatos y la soda libre o alcalinidad hidróxido). Estas alcalinidades se miden

generalmente por medio de un indicador (fenolftaleína que cambia de color en PH 8,3 aproximadamente, el de la alcalinidad total es el Anaranjado de metilo o Heliantina, que cambia de color aprox. a PH 4,3). Para medir usamos un ácido a una determinada concentración en solución de agua destilada y una muestra con una cantidad de agua definida para que se pueda calcular el valor de la concentración medida, que se mide por lo general tomando un referente como el carbonato de calcio, o sea el mármol, cuyo peso molecular es 100 y es un número muy conveniente para usar. La alcalinidad hidróxido es la soda que está libre o sea que está unida a un elemento de la propia agua y no a un radical de un ácido, como el fosfórico, se calcula a partir de la relación de las alcalinidades anterior (la alcalinidad a la Fenolfateleína por 2 menos la alcalinidad total dé la alcalinidad hidróxido o soda libre). **Casi todo tratamiento a base de fosfatos y en la que pueda entrar agua dura en algún momento, se debe tener algo de soda libre. En calderas de media-alta y alta presión, no se debe tener soda libre y bajo ninguna circunstancia debe entrar agua dura.**

LA ELECTRICIDAD

¿Los térmicos de los contactores (arrancadores) de los motores : qué protegen?

Protegen al motor eléctrico por una sobrecarga mecánica o falla eléctrica como ser por la marcha en 2 fases (en trifásicos la falta de corriente en un cable), de manera que el motor eléctrico no se "queme". De esta manera es que los térmicos deben ser ajustados al valor máximo de corriente del motor (en los arranques estrella-triángulo se debe tener en cuenta la forma en que están conectados).

¡No intente "levantar" o "trancar" el térmico para que funcione la bomba de alimentación o ventilador , logrará quemar el motor!

¿Para qué sirven los fusibles o las llaves térmico-magnéticas si ya tenemos en el arranque del motor un térmico?

Los fusibles o las llaves térmico-magnéticas cumplen una función diferente al térmico que protege al bobinado del motor, es proteger a la instalación por una sobrecarga importante y deben actuar inmediatamente al constatar ésta, para evitar que se "queme" la instalación por sobre-corriente. Por ejemplo: si hay un cortocircuito o una puesta a tierra con una descarga de corriente importante, los fusibles deben fundir a un determinado valor (el valor depende del tipo de fusible, si es "lento" :hay un retardo en responder a la sobrecarga, generalmente se usan en el arrancador de un motor con mucha inercia; fusible "rápido" ,protege inmediatamente la instalación al detectar la sobrecarga).

En el caso de las llaves térmico-magnética tienden

a tener un comportamiento similar: si la corriente es muy grande la detectan por medio del campo magnético generado por la corriente y hacen saltar la llave inmediatamente, pero si la sobrecarga no es muy grande pero se establece en el tiempo, la parte térmica actúa haciendo saltar la llave. Por eso estas “llaves” (interruptores), cuando “saltan” se deben dejar enfriar para que los térmicos vayan a posición y permitan enganchar nuevamente la llave.

¿Porqué las “tierras” en los circuitos de caldera son peligrosas?

En los circuitos de control de calderas, los controles de nivel deben ser capaces de apagar el quemador si detectan bajo nivel, los presóstatos deben apagar el quemador si la presión llegó a su valor más alto admisible, la fotocélula debe controlar si hay o falta llama para evitar la explosión de hogar, etc.. Si se produce una tierra (un cable hace contacto con la “masa” de metal del tablero o la caldera) es posible que otra fase (cable) de alimentación esté a tierra en alguna parte de la instalación de la fábrica (o sea cualquier parte desde la salida del transformador de alta/baja, en Uruguay 220 voltios o 380 voltios con neutro a tierra), esta situación hará que dandose determinadas circunstancias, a que haya una “realimentación” por tierra (o corto-circuito) que actúe no permitiendo que el elemento de control pueda accionar (por ejemplo: el control de nivel quede simulando que hay nivel de agua y no apague el quemador, siguiendo la caldera prendida sin agua), la única salvación será que funda el tapón fusible y avise la situación (generalmente no llega a apagar el fuego). La caldera no corte por alta presión y la única salvación será que salten las válvulas de seguridad.

¿Como evitar que las "tierras" y "realimentaciones" puedan provocar un accidente?

La forma de disminuir que los circuitos que queden a tierra puedan anular la protección de la caldera al ponerse a tierra o al provocarse una realimentación (un corto-circuito) es alimentando los controles por medio de un transformador de 220 voltios a 220 voltios (no un auto-transformador), de esta manera aislamos las "tierras" externas de la caldera respecto a las tierras de la caldera, además poniendo un corte de bajo nivel y un presóstato en cada fase de corriente (de manera que el circuito siempre corte). La otra manera es poner el transformador y dejar una fase siempre a tierra, poniendo todos los elementos de control en la fase viva con un sistema de fusibles adecuados, de manera que al producirse la tierra en una buena parte de los circuitos, inmediatamente se produce el corte de los controles (pero siempre habrá una parte que corre riesgo de ponerse a tierra y simular la normalidad).

¿Pueden los circuitos eléctricos intervenir en la corrosión del metal de la caldera?

Tanto las pérdidas de corriente a tierra, como las corrientes "inducidas" por los campos magnéticos formados por la corriente eléctrica (motores, bobinas y cables), producen corrientes directas o indirectas (parásitas), que provocan corrosiones del tipo galvánico (transportan el material de hierro por medio de los iones formados en el seno del agua, haciendo que se disuelva el metal de hierro, lo que significa una corrosión).

Es importante poner a tierra todos los motores eléctricos y todas las partes metálicas de la caldera a una buena tierra de la instalación (previendo el "grosor" y un buen "contacto" de dicha tierra).

¿Las solenoides de las válvulas de control de combustible y gas : calientan y se queman?

Generalmente esta falla se debe a que circula mucha corriente en la bobina o solenoide, esto se debe a que la corriente está limitada (siempre que no haya un corto-circuito interno o una tierra) a que el núcleo de la solenoide no va al lugar o que la “capucha” de hierro no está bien colocada (o alguien la sacó), ya que estos elementos son parte del circuito magnético de la solenoide y ésta los necesita para limitar su corriente interna.

Verifique que esté puesta la “capucha” de metal, o desarmando la solenoide, ver que el núcleo interno puede correr cuando la solenoide tira y va al lugar.

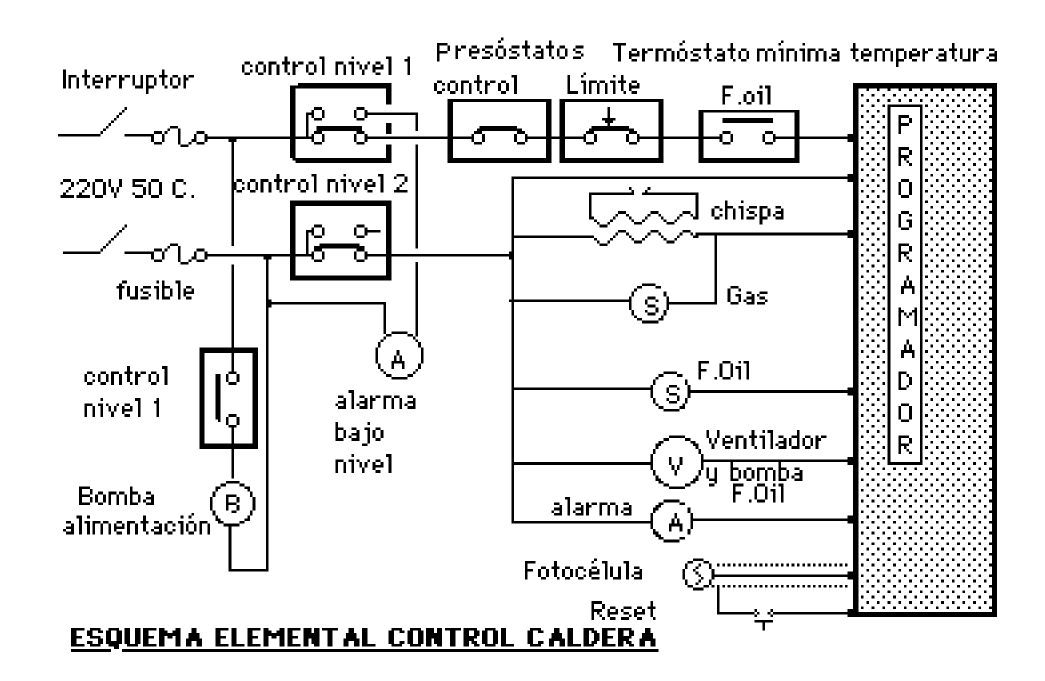
También puede ser que ésta última falla provoque vibraciones que delatan la situación.

¿Como puedo probar un programador?

El programador es quien gobierna todos los pasos que da la caldera para “arrancar” : 1-prende el ventilador al recibir la orden del presóstato, 2- hace el barrido en un tiempo determinado, 3-encendido de llama piloto (si la célula foto-eléctrica no detecta llama (o luminosidad en refractarios) en el hogar (enciende el chispero y la válvula de solenoide del gas), 4-da combustible (actúa sobre la solenoide del combustible, si no prende en determinado tiempo corta a la misma, en algunos casos debe la célula foto-eléctrica detectar el piloto encendido para dar combustible), 5-si no hubo encendido de llama principal (lo debe detectar la célula foto-eléctrica), hace un segundo ciclo o va directamente a bloqueo y alarma, etc.

Todas estas operaciones las puede chequear con el programador en un banco de pruebas en que las “cargas” se simulan con lámparas comunes y se observan las

secuencias en que actúa el programador (lo que se necesita es un circuito o diagrama de conexión para poder conectar las entradas de corriente y las salidas a las lámparas que simularán las cargas).



Sustituya el transformador y la válvula de solenoide por una lámpara de 220 voltios, la solenoide de F.Oíl, el ventilador y la bomba de F.Oíl por una lámpara, la alarma por una lámpara, conectar la alimentación según corresponda (con un fusible o una llave termo-magnética de bajo amperaje por si hay un corto circuito y además para prender y apagar (como si fueran los presóstatos y los controles de nivel maniobrando), dé corriente : 1- La

foto-célula si detecta luz no dejará seguir la secuencia, 2- tape la foto-célula y empiece a controlar las secuencias, 3- cuando prenda la lámpara que simula la válvula de F.Oíl, deberá descubrir la foto-célula para que detecte llama y siga prendida, 4-tape la foto-célula para simular una falta de llama, deberá apagar el quemador e ir a un reciclo o alarma, etc. , pruebe todas las opciones que le dé el programador.

¿La foto-célula puede ser causa de fallas?

Sí!!!!! Es la principal causa de falla, ya que debe mantenerse limpia para que detecte la luz de llama, es muy fácil que se ensucie con hollín que se produce en el momento del encendido o por problemas de una instalación inadecuada (su posición no adecuada para "ver" la llama y hace fallar el encendido). La prueba de la foto-célula se hace fácilmente, sacando la fotocélula con el quemador encendido y se procede a tapar la misma de la luz de la sala : el quemador se deberá apagar.

Recordar que en el caso de los quemadores de gas, además de la foto-célula deberá haber una "varilla de ionización" ya que el gas es difícil de detectar por el tipo de llama con falta de luz visible (el gas produce una llama poco visible, solo visible en el rango del ultravioleta y no en el del infrarrojo como las llamas de los combustibles líquidos).

¿Cuál es el momento crítico del quemador?

Este momento crítico involucra al "programador" y sus elementos asociados.

El momento del encendido : el "barrido" de gases residuales y luego los momentos de encendido de la llama piloto con gas, así como la entrada de la llama principal (o

más comprometido cuando la llama principal entra en combustión en forma directa con un chispero eléctrico).

El barrido debe ser lo suficientemente fuerte y con un tiempo adecuado, de manera de “barrer” gases o combustibles derramados en el hogar que se vaporizan.

Si la llama piloto tiene problema al establecerse y la foto-célula habilita al programador para seguir el proceso, se corre el riesgo de una “explosión” de hogar, ya que se puede formar una mezcla de gas y aire de carácter explosivo. Para evitar ésto la llama piloto debe ser alimentada con gas suficiente (presión y volumen) y sus elementos de mezcla del gas con el aire debe ser confiable.

Luego vendrá el establecimiento de la llama principal (que podrá ser de un combustible líquido o gas), la cual deberá ser de volumen adecuado para que quede establecida y no se “sople” o aleje del quemador con riesgo de apagarse.

En el caso de arranque directo con el chispero, este deberá ser una potencia eléctrica acorde al tipo de combustible (en voltaje y corriente, o sea en potencia). Y su ajuste mecánico es esencial (distancia entre electrodos, distancia relativa a cono de atomización, sistema de aislación, etc.)

Una llama muy grande en el inicio puede provocar una inestabilidad que el mismo encendido tienda “apagar” la misma llama en el momento de establecerse (de allí la necesidad de partir de cierta potencia de quemador y del tipo de combustible, se hace necesario una llama piloto para mantener la ignición en el momento transitorio del comienzo de la combustión). Una llama muy pequeña también será fácil de “soplar” y por lo tanto apagarse.

¿Es importante el diseño y confección del tablero de control del quemador?

Sí!!! Es evidente que el diseño y la prolijidad (y calidad de materiales) son fundamentales.

Un circuito eléctrico de un quemador automático es el responsable de evitar cualquier falla que se presente, ya que el mismo debe preveer desde el corte del quemador por bajo nivel, el corte de la combustión por falla de llama (la fotocélula no ve llama residual en el arranque o ve llama en el momento que la llama se apagó y deja inundar el hogar con combustible), el corte del combustible en caso de que salten los térmicos del motor del ventilador (o que no se detecte presión de aire en quemadores de cierta importancia, ya que eventualmente podría desacoplarse el ventilador del motor eléctrico y no haber aire para mantener la combustión), de cortar el quemador si se establece una sobre-presión de vapor (cuando hay un segundo presóstato de vigilancia con rearme manual), de cortar el quemador si el combustible baja la temperatura (en el caso de los F.Oíl) de manera de no atomizar un combustible inadecuadamente (gran humareda) pero también de cortar si la temperatura sube en exceso por falla del termóstato eléctrico de control de la resistencia calefactoras, de cortar el combustible en caso de falla de las bombas auxiliares de combustible (en anillos de baja de combustibles líquidos, o en la baja y alta presión en suministros de gas en caso que sea éste el combustible), dé la alarma por alta temperatura del vapor (en el caso de sobrecalentadores), alarma de caldera parada por fallas por bajo nivel, falla de llama, baja presión, bloqueo del quemador, etc.

Dado las tantas operaciones previstas, se hace necesario que los materiales no fallen ni por su complejidad ni por su calidad.

A esto último debemos sumar la calidad del mantenimiento: limpieza periódica (polvo, cucarachas, cables calcinados, erradicar humedad, evitar vibraciones, etc) y además a las pruebas periódicas o simulación de fallas en forma controladas para observar en forma segura que el quemador funciona correctamente.

La prueba más común que sometemos al sistema eléctrico es en la purga de los controles de nivel con el quemador en marcha, observando si corta cuando se produce la purga y se establece la señal auditiva o luminosa de la condición. **Esta prueba debe hacerse todos los turnos, ya que si la falla ocurre podrá ser la falla más grave y con más probabilidad de ocurrir.** (por falla de los controles de nivel : boya "colgada" por barros, electrodos en corto-circuito, cañerías tapadas, corto-circuito de los cables, puesta a tierra de los cables, etc.)

¿Cuando falla el presóstato controla la máxima presión y el quemador no corta, que pasa?

La única salvación son la válvulas de seguridad, ya que si la presión sube a valores por encima de la presión de diseño a partir de ese momento no sabemos por donde se producirá el alivio de la misma o la explosión de la caldera. Por esta razón las válvulas de seguridad son fundamentales y casi es inconcebible fiarse de una sola válvula (hoy prácticamente hasta las caldera más pequeñas tienen por lo menos 2 válvulas de seguridad). **Una opción anterior a la apertura de las válvulas de seguridad es la instalación de un presóstato de máxima o límite** (con rearme manual en caso de que actúe de manera de indicar que a llegado la presión a dicho valor por falla del presóstato de comando).

Antiguamente se pretendía que los tapones fusibles también pudieran fundir al llegar a dichas altas presiones (ya que la temperatura sube según la relación de presión-temperatura de vapor saturado en el agua), pero como dicha variación de temperatura no es muy acentuada, los elementos fusibles no eran seguros que fundieran a las temperaturas previstas por corrimiento en el tiempo de las temperaturas de fusión de las aleaciones (debido a alteraciones provocadas por la permanencia a la temperatura, contaminaciones, etc.).

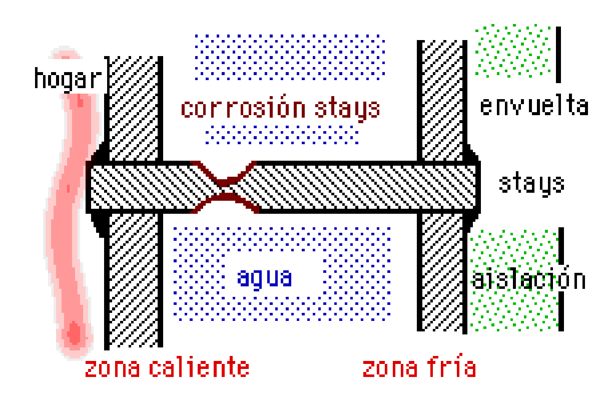
De hecho, hoy la seguridad pasa por un presóstato límite con rearme, mínimo 2 válvulas de seguridad con capacidad de evacuar cada una el máximo vapor capaz de producir la caldera, además hay que prever la posibilidad de un corto-circuito o retroalimentación por tierra que simule la orden de marcha del presóstato (poniendo un transformador de aislamiento, un polo a tierra de los circuitos, etc.).

LA CORROSION EN CALDERAS

La corrosión es un mal en las calderas que no debe permitirse, ya que una caldera incrustada puede ser recuperada, pero una caldera con corrosión es una caldera "perdida" (o casi perdida).

Entendemos por corrosión el ataque sin o con pérdida de material de hierro de la caldera, que se manifiesta en forma local o generalizada, o como una fisura (intergranular o cristalina, donde no hay pérdida de material). Hay casos en que la pérdida de material es

superficial y tan pareja, que ha simple vista no se nota hasta que se produce una falla, o si se lleva un control periódico de espesores y se nota la falta de los mismos (caso muy posible con aguas de pozos ablandadas con muy alta alcalinidad).



Corrosión de "stays" (calderas de agua caliente)

¿Cuáles son las corrosiones más comunes en las calderas?

A grandes rasgos las podemos dividir en 2 zonas : **a- la correspondiente al agua-vapor, b- la zona en contacto con los gases de combustión.**

a- Corrosión zona agua-vapor

Esta zona está sometida a una serie de corrosiones que se interactuan unas a otras, acelerando así su gravedad :

1-La presencia de oxígeno (sea como efecto directo o indirecto, como oxígeno diferencial o sea zona

cargadas con más oxígeno establecen una corrosión en zonas menos cargadas). Pero, siendo el "pitting"-picadura- una de las corrosiones más comunes en calderas paradas.

2-Zonas de bajo PH (la corrosión podrá ser directa o indirecta, es decir favoreciendo las condiciones de corrosión) y de **alto PH** (disolviendo el óxido magnético que normalmente se estimula para proteger la superficie del metal de hierro).

3-Zonas de diferenciales de temperatura (como ser la placa y los tubos, efecto que se encuentra en la corrosión llamada "anular" sobre los tubos en la entrada de gases más caliente, o sea la entrada al segundo pase en calderas humo-tubulares).

4-Zonas de esfuerzos sobre el material (como ser: apoyo mal distribuido o no distribuído de las "patas" soportes de la caldera).

5-La presencia de sales corrosivas (como ser la del ion cloruro en forma excesiva).

6-La presencia de soda libre en zonas de alta vaporización (y temperatura), este efecto se nota en caldera de media y alta presión al no establecer un programa de tratamiento "congruente" (es decir: con un PH controlado cuando se utilizan fosfatos, de manera que los ortofosfatos no lleguen a establecer la presencia del ion sodio en dichas zonas).

7-La presencia de elementos orgánicos (contaminación) que bajo las condiciones de temperatura se desdoblan en sustancias corrosivas (que atacan directamente al material de hierro) o que provocan condiciones adversas en las superficies de transferencias (generalmente depósitos transitorios que no permiten la refrigeración del metal, llegando este a valores de temperatura en que se provoca su corrosión, esto ocurre muy a menudo en los sobrecalentadores por el arrastre de dichas sustancias al mismo).

8-La presencia de pares galvánicos (la formación de pilas eléctricas, en las cuales generalmente es el hierro que tiende a disolverse, ya que generalmente es menos noble que el cobre, bronce, acero inoxidable, fundición, aún los pares formados por el metal de hierro de la caldera sometido a distintas condiciones fisicoquímicas, etc.)

9-La presencia de hidrógeno en el seno del metal (como resultado de limpiezas químicas mal hechas y de soldaduras que han dejado "incluido" el hidrógeno en el metal), este hidrógeno es capaz de reaccionar con el carbono y formar un gas que puede producir una presión interna de tal valor que puede "fisurar" al material provocando su fallo. Esta falla es problema en caldera de alta presión. Esto , también, se puede provocar la soldar.

10-En calderas de alta presión y temperatura, hay un falla provocada por el "stress" o "fatiga del material" (hay como un "relajamiento" del metal debido a las extremas condiciones en que trabaja, el material se va como "estirando" hasta fisurar). Esta falla ocurre especialmente en la zona de los sobrecalentadores de las grandes calderas de las centrales térmicas que deben ser controlados periódicamente.

b- Corrosión en zona de contacto con los gases de combustión.

Esta zona está generalmente comprometida por la combustión (condiciones en que se realiza), el tipo de combustible (la presencia de elementos corrosivos como el azufre) y las condiciones del medio (temperaturas, penetraciones externas de aire frío y humedad, etc.)

1-Las zonas más comprometidas con la corrosión son las zonas frías, en donde los gases corrosivos pueden condensar junto el agua, formando un medio ácido capaz de atacar el material de hierro. Estas

zonas son las chimeneas, los recuperadores de calor (sean economizadores o calentadores de aire, etc.)

Las calderas paradas que queman F.Oíl están sometidas a un intenso proceso de corrosión sino se toman medidas al respecto, ya que la ceniza acumulada y los refractarios están contaminados con el azufre y sus ácidos, por lo que estas calderas deben “lavarse” con agua alcalinizada y mantenidas secas (con una temperatura por encima de la de “rocío” de dichas condiciones).

2-Las zonas muy calientes en donde el propio metal entra en combustión lenta (o rápida) bajo la presencia de oxígeno (del aire o de la descomposición del vapor de agua de los gases de combustión), o de la presencia de elementos corrosivos por alta temperatura (la presencia de vanadio en el F.Oíl la cataliza).

¿Cuanto es la vida útil de los tubos en una caldera?

Esta pregunta es muy dificil de contestar, ya que depende desde el tipo de caldera, la calidad del agua de reposición, los tratamientos químicos internos y externos, el tipo de operación a que se somete la caldera, etc.

Pero podemos decir, que una caldera de uso normal, con un agua de superficie ablandada (con agua de pozo la situación de corrosión es más comprometida) y con un tratamiento químico adecuado, es probable que los tubos fallen por “desgaste” (corrosión) de la zona de combustión y no del lado del agua (como generalmente ocurre por malos tratamientos químicos).

El promedio de vida de los tubos en calderas humo-tubulares (del lado agua) en el Uruguay en la

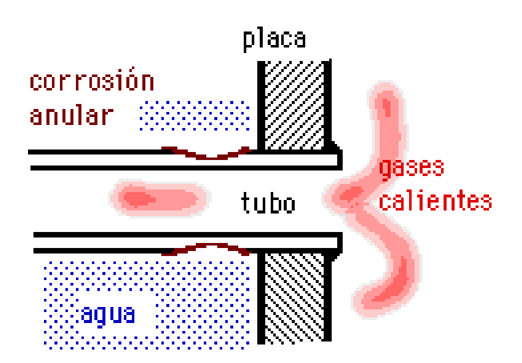
década del 70 se podría estimar en unos 7 a 12 años, al día de hoy estamos a más de 20 años.

¿Cual es la corrosión más común?

En calderas humo-tubulares con marchas irregulares (con paradas frecuentes) la corrosión por "pitting" (perforación por corrosión por oxígeno en el agua) con la caldera parada. En calderas con marchas continuas, si el tratamiento químico y la calidad del agua es muy cuestionable, la corrosión "anular" (corrosión en forma de anillo sobre el tubo contra la placa más caliente).

En calderas acuo-tubulares la corrosión más común es la provocada por el lado de los gases de combustión (generalmente debajo de los refractarios en las zonas más frías, la presencia de azufre en el combustible). Cuanto más tiempo "para" la caldera, mayor será la posibilidad de corrosión.

En calderas de agua caliente (calefacción), la corrosión de los "stays" (refuerzos entre el hogar y las envolventes en caldera de formas planas), es una corrosión parecida a la corrosión anular (el material se corroe por la formación de zonas diferenciales : calientes y frías). La disminución de ésta corrosión se logra químicamente).



Corrosión anular (el tubo es atacado por la placa

más “caliente”)

¿La presencia de barros puede provocar corrosión?

Sí!!!!! Debajo de los barros, depositados en zonas frías, se produce una corrosión provocada por los diferenciales entre esa superficie sumergida y aislada químicamente, pero no eléctricamente, de manera que la corrosión debajo de los barros aparece como un “cráter” que puede llegar a perforar el material de hierro.

¿Cuál es la mejor forma de controlar (verificar su existencia) la corrosión?

La visual !!!!!!

Todos los otros métodos requieren con anterioridad una minuciosa inspección visual (ya que de lo contrario es difícil “embocar” la zona más comprometida por la corrosión) para luego utilizar estos otros métodos para medir espesores (ultrasonido, perforación manual, rayos X, líquidos penetrantes, métodos magnéticos, etc.).

Procedimiento : Parar la caldera una o dos veces al año, manguerear los barros e inspeccionar todas las superficies internas (incluso en el interior de los controles de nivel donde se producen corrosiones y depósitos, debido a la presencia de metales disimiles : corrientes galvánicas).

Del lado del fuego, inspeccionar periódicamente (dependiendo de los años de operación, del tipo de combustible, etc), buscando en las zonas más comprometidas, pudiendose lavar la caldera con agua caliente abundante y levemente alcalinizada (con soda,

tomando la precaución de secarla lo antes posible).

Si es necesario, levantar los refractarios cuando hay una reparación de los mismos y estos protegen domos o colectores (o tubos).

Un colector, domo o tubo sumergido en refractario, si es atacado por corrosión : es conveniente (si está dentro de los límites admisibles) limpiar bien los mismos de óxidos y luego dar varias manos de aluminio alta temperatura (esta pintura actuará como una capa de sacrificio anódica).

¿Puede haber corrosión en la cámara de vapor?

No es muy común, pero la puede haber debido a que la caldera al pararla y enfriar no se ha inundado correctamente (con el secuestrante de oxígeno y un PH más de 10,5). Luego de un largo tiempo esta corrosión pasa a ser importante en algunos casos.

La otra corrosión puede ser debida a la presencia de grandes cantidades de CO_2 (en aguas de pozo con alta alcalinidad), este CO_2 pasa a introducirse en las conexiones de la cámara de vapor que tienen condensado frío (sifones de presóstatos, manómetros o cañerías “muertas”, es decir cerradas en forma casi permanente) baja el PH y se produce una corrosión ácida.

En algunas columnas hidrométricas exageradamente grandes (caños de más de 4”) el alto enfriamiento de la superficie provoca una excesiva condensación , al igual que lo dicho anteriormente, lo que produce : que los grifos de cobre o bronce colocados sobre la columna someterán a la misma a una corrosión galvánica intensa (la eliminación de este problema será aislar la columna hidrométrica).

¿Hay sustancias químicas que se utilizan en el tratamiento que puedan provocar corrosión?

Sí!!!

Por ejemplo : las que tienen amoníaco, que se utilizan normalmente para combatir la corrosión ácida en cañerías de condensado, puede provocar corrosión en los "fittings", cuerpo de válvulas, etc., de bronce o cobre.

El exceso de utilización de elementos que contengan sodio (soda, ceniza de soda, fosfatos trisódicos, etc) y puedan librar cantidades importantes de sodio libre en determinadas condiciones de operación, esto provoca corrosión de varias formas, desde disolver la capa de óxido magnético protector, hasta de provocar la antigua y temida "fragilidad cáustica" en las calderas remachadas (cortando los remaches o fisurando las chapas de las envueltas), la fisura intergranular de placas y mandrilados de tubos en calderas humo-tubulares, como la formación de zonas de hervido local (en tubos vaporizadores de las calderas acuo-tubulares y en alto régimen de vaporización, las calderas de alta presión corren gran riesgo de tener una corrosión por sodio libre en dichos tubos si no se trabaja con un PH adecuado a las condiciones operativas, ya que el fosfato trisódico tiende a separar un sodio formando hidróxido de sodio que ataca en forma local hasta llegar al "bellotamiento" del tubo y su rotura).

La corrosión en los sobrecalentadores ocurre del lado del fuego (alta temperatura y la presencia de vanadio), pero si hay arrastres de agua, los propios productos químicos del tratamiento interno, pasan a forman capas alcalinas corrosivas o aislantes, que llevan a la destrucción del sobrecalentador por alta temperatura.

Algunos elementos orgánicos arrastrados al sobrecalentador formarán una incrustación aislante que

permite que el tubo no se refrigere y se genere corrosión (aunque luego el tubo aparece como limpio de incrustaciones, la materia orgánica desaparece al “quemarse”).

El sulfito de sodio, usado en exceso o la utilización inadecuada como metabisulfito, provocan corrosión.

¿Cuál será la corrosión más temible?

Considero la corrosión más temible, aquella que afecta a la envuelta de las calderas humo-tubulares, ya que el esfuerzo que debe soportar es muy grande.

Una envuelta que pueda fisurar, una vez establecida la fisura, sino se para a tiempo, provocará una “explosión” de caldera de consecuencias muy graves.

Generalmente esta corrosión en la mayoría de los casos es provocada por falta de control en las normas habilitadas de construcción (tanto de la calidad del material, diseño, pero fundamentalmente de fabricación : soldaduras y alivio de tensiones).

Otras veces el mismo tratamentista con un concepto equivocado, trata de provocar las reacciones químicas midiendo su resultado químico solamente y no teniendo en cuenta que **la caldera no es un recipiente de reacción química solamente**, ya que lo que se busca es justamente la protección del recipiente o sea la caldera.

Los resultados de los análisis son una orientación de proceso, pero los pasos intermedios que ocurren en el interior de la caldera son los más importantes, con esto debemos de tener cuidado que dichas reacciones intermedias no afecten la integridad de la caldera para solamente obtener un resultado puro y exclusivamente químico (este es un error muy común).

¿Reacciones violentas, destructivas?

La corrosión es una reacción, que puede ser no solamente destructiva en forma lenta, sino que también violenta.

Cuidado!!!! Que también las hay.

En este caso no solamente nos referimos a la química interna de la caldera, donde en las limpiezas químicas son la de mayor cuidado (especialmente por el abuso del tiempo de exposición de los ácidos, su temperatura, inhibidores, desprendimiento de hidrógeno explosivo, mala neutralización y pasivación,etc. esto lleva depués a la pérdida de parte de la caldera), sino que hay corrosiones externas de violentas características como la presencia de cargas importantes de hollín en recuperadores calor aleteados (especialmente los de aletas con aluminio), que puedan entrar en combustión . Este tipo de "incendio", bajo la presencia de agua o vapor de agua, donde el calor puede llegar descomponer al agua, que al quedar libre su oxígeno , el mismo más reacción de combustión con el metal a alta temperatura, que a su vez se realimenta con el calor de la rápida oxidación. A veces es el propio operador intentando apagar el "fuego" y al utilizar agua para ello, lo que hace es agregar más posibilidad de que la reacción continúe y el el "incendio" no se apague, más bien aumente.

¿Hay corrosión exterior en la caldera?

Sí!!!!! Todas las pérdidas de agua y vapor que puedan "mojar" el cuerpo de la caldera, especialmente entre la aislación y el cuerpo de metal, se genera una corrosión muy importante si la caldera tiene períodos fríos (generalmente paradas). Estas pérdidas son las de las

tapillas, entrada de hombre y cabeza, empaquetaduras de válvulas, goteo de las válvulas de seguridad mal instaladas, etc.

Muchas veces las calderas están al aire libre o bajo techos con pérdidas o goteos de condensados, que cuando la caldera está apagada, crean condiciones ideales de corrosión exterior.

Como estas corrosiones exteriores pueden afectar las envueltas en calderas humo-tubulares (zona extremadamente peligrosas), se deben de tener en cuenta para combatirlas que no se produzcan y además es necesario mantener inspecciones periódicas o bajo sospecha, sacando si es necesario la aislación: limpiando los óxidos, valorando si es necesario reparaciones y haciendo mantenimiento de las superficies (pintando con varias manos de aluminio alta temperatura) y fundamentalmente evitando que vuelva ocurrir.

Ejemplo: Calderas (ya con años de marcha) sometidas a pruebas hidráulicas, pasando bien las pruebas por manómetro, han tenido accidentes al perforarse sus envueltas !!!

DE LA SEGURIDAD

La seguridad en calderas pasa por el conocimiento de todo lo relativo a las mismas.

Un operador de calderas, sin conocimientos adecuados, es una “bomba de tiempo”.

Una caldera bien mantenida, limpia y bien operada, generalmente es una caldera segura.

Las calderas automáticas podrán ser confiables en la medida que los son los mecanismos de respaldo de los propios automáticos (ejemplo: presóstato de máxima con "reset" o sea rearme).

También la seguridad pasa por el tratamiento químico del agua. (el 80% de las fallas que afectan la seguridad tienen alguna relación con el tratamiento del agua).

¿Cual es el punto más peligroso de una caldera?

El error humano!!!!

Así como todo mecanismo automático por sofisticado que sea, la caldera por ser un equipo de riesgo, el error humano puede ser fatal. Esto se cura con conocimiento y práctica sobre la misma.

¿Puede ser el incendio un problema en las salas de calderas?

Sí!!!!. No olvidemos que las calderas están operando con combustibles de distinta capacidad de reacción a la posibilidad de un incendio.

Los combustibles líquidos tienden a empezar su combustión como incendio en :

1-Los tanques de servicio diario, que generalmente los ponen a un nivel alto en referencia a la caldera para que las bombas de servicio tengan buena aspiración (el problema de este sistema son : **a- los derrames** por exceso de nivel, **b-la formación de gases** de venteo que puedan entrar hasta en explosión con cortocircuitos del sistema de iluminación , comandos del nivel , etc., **c- la falta de una válvula o sistema anti-sifón** (es decir que si se rompe alguna cañería que está

presurizada por la altura del combustible, el mismo se derramará y podrá llegar a provocar un incendio).

2-Derrames provocados en mangones por reventón por la presión de combustible (el problema o error más común es cerrar el retorno de combustible y el sistema de bombeo del quemador levanta presión entre la bomba y el mangón de retorno, provocando el derrame de combustible, generalmente ya bastante calefaccionado para su bombeo). El deterioro de los mangones con malla de acero de protección (los mangones podrán ser de metal corrugado con malla de acero y trabajar con presión cuando alimentan directamente a las lanzas de media presión : atomización con vapor o aire, el peligro es que dichos mangones se revienten por un golpe mecánico o por un cortocircuito debido al contacto con un cable o chispas de una máquina de soldar). Revise los mangones seguido.

3-Fallas de las válvulas de alivio en los tanques de calefacción del combustible (el exceso de temperatura en el combustible, o sea más de 145ºC en el F.Oíl pesado, puede provocar carbonización de las superficie de calefacción cuyo desprendimiento provoca el taponamiento de los elementos de seguridad de la presión, como ser un tanque de calefacción presurizado que está construido para soportar 30 Kg/cm2 de diseño y pueda subir su presión a más de esa presión por atascamiento de la válvula reguladora que actúa de alivio)

4-Derrames en el propio hogar de combustible por fallas de cierre hermético de las válvulas de control (generalmente solenoides). Esta falla será detectada por la célula fotoeléctrica si el programador tiene protección por presencia de llama al comienzo del ciclo, siempre y cuando el combustible esté en combustión en el hogar. De aquí que las calderas siempre necesitan ser vigiladas por más automáticas que sean.

5-Incendio de chimeneas y ductos por falta de

limpieza del hollín.

En calderas a combustión a celulósicos :

1-La pérdida de combustible en los cargadores (estas pérdidas acumuladas pueden entrar en combustión con el calor de los accesorios de la caldera o por chispas)

La solución a este problema es mantener limpia el área próxima a la caldera.

2-El apilamiento de celulósicos húmedos por fermentación. Debajo de los amontonamientos de aserrín, cáscaras, "chips" de madera, etc, que tengan cierta humedad, con el paso del tiempo comienza una fermentación ("ardido") que puede generar tanto calor que provoca una combustión lenta y que con presencia de aire pasa a ser una combustión rápida (incendio con llama).

¿Conviene apretar los puentes de entradas de hombre, cabeza y tapillas con la caldera con presión?

Sí, es conveniente, dado que éstas permanecen sellando adecuadamente cuando hay presión en las calderas, la fuerza ejercida por la presión es la que permite la presión de sello de las juntas entre la tapa y el asiento.

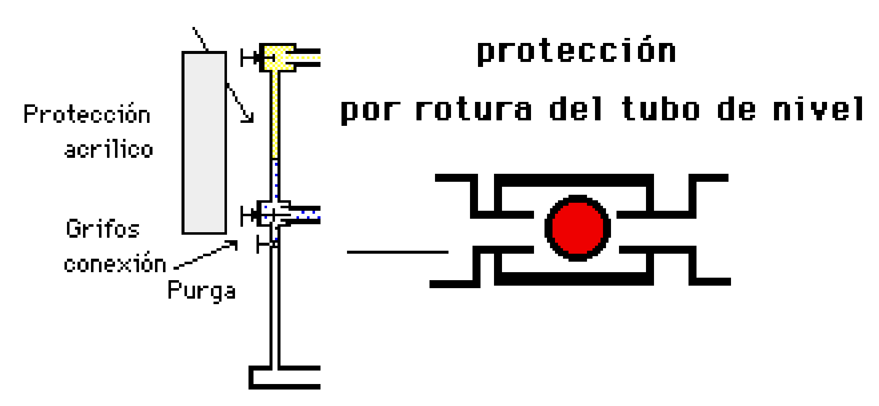
Cuando la presión baja, la junta puede perder debido a la falta de apriete, **por lo tanto: reapretar los puentes con la caldera con presión, teniendo mucho cuidado al hacerlo de no provocar un movimiento en la tapa o tapilla que pueda hacer soplar la junta y quemar al operario** (por eso se debe de poner grafito en polvo o mejor en escama, con algo de aceite o grasa en la tuerca y arandelas, al armar lo puentes, de manera que luego se puedan reapretar sin demasiado esfuerzo).

¿Que nos protege del reventón de un tubo de nivel visual (o cristal plano)?

Hay dos protecciones a tener en cuenta, una barrera entre el visor visual y el operario, hecha en malla metálica con o sin vidrio o una placa de acrílico.

La otra protección es que los grifos que alimentan a los niveles visuales no sean de orificios demasiados grandes y que tengan un sistema de retención accionado por el mismo caudal del agua o el vapor (véase figura).

Cuando reapriete un tubo de nivel o un cristal, se debe de cerrar o incomunicar con la caldera, dado que ésta operación puede provocar la rotura del tubo o cristal (si aprieta un cristal hacerlo como si se apretara una tapa de cilindro de un motor o sea cruzado y si es posible con un torquímetro).



Acrílico de protección y válvula de protección

¿Es conveniente dejar una caldera a leña

con combustible en su hogar en horas fuera de servicio?

No!!! Todos sabemos que una caldera cargada con rollos prácticamente “se apaga” al cerrar los aires, pero puede que por distintas circunstancias este combustible sea reactivado y su combustión genere presión y consumo de agua (podrán saltar sus válvulas de seguridad, lo cual no es un problema, pero si la alimentación de agua no está activada, es probable que se provoque un recalentamiento de los tubos, de las placas o el hogar, provocando su aflojamiento, fisura o quemado). Lo mejor es dejar que se consuma todo el combustible del hogar al parar la caldera, que la presión de la caldera se mantenga y baje lentamente con el enfriamiento y no en forma forzada que puede provocar movimientos en la estructura de la caldera, lo que puede producir aflojamientos de tubos .

No conviene descomprimir la caldera, salvo circunstancias especiales (necesidad de reparación, etc.).

¿Frente a un incendio, que debo hacer?

Primero que nada, recordar que el foguista es la persona que conoce la caldera (su manejo y peligrosidad), los demás operarios, los bomberos, etc. desconocen que hacer con la caldera.

Dar la alarma, si es posible atacar el fuego con los extinguidores (observar el origen y magnitud del fuego, para tomar las medidas más inmediatas : apagar la combustión en la caldera y si es posible mantener la alimentación de agua hasta último momento. Es posible que se deba cortar la electricidad en forma inmediata, esto provocará que quedemos sin la bomba de alimentación (sin energía para su motor) sin comandos. En calderas a leña, si hay inyector o “burrito” ponerlo en servicio.

Cuidar de no echar agua sobre la estructura

caliente de la caldera, especialmente en el hogar, esto provocará un accidente mayor en algunos casos (hay un movimiento de la estructura que puede provocar la rotura de la caldera o la formación de un gran “flash” de vapor que puede quemar a quienes estén próximos).

Recordar en los combustible líquidos de disponer arena y apaga fuegos con espuma, en los incendios eléctricos tratar de usar matafuegos de gas o polvo, etc.

Todo lo que se haga sin pensar será de riesgo, ya que la caldera en sí presenta un riesgo si está con presión.

¿Las válvulas de seguridad presentan un riesgo ?

Sí!!!! Deben ser adecuadas, mantenidas y reguladas por personas idóneas. No olvidar que son los únicos elementos que protegen por sobre presión, el accidente más peligroso en una caldera.

Una vez mantenidas y reguladas, deberían ser selladas y con una chapa punzada con los valores de calibración y fecha en que se hizo. Probarlas periódicamente : **manual para mantenerlas libres de “engripamiento”** y **dispararlas forzando la presión** (en períodos más largos y tomando las precauciones de no pasar por una presión mayor a la de diseño).

Los riesgos más comunes son:

1-válvulas mal eligidas o inadecuadas (usar válvulas de alivio en vez de seguridad).

2-engripamiento por falta de pruebas manuales.

3-mal ajuste de la presión de disparo.

4-vencimiento de los resortes (por la temperatura o mala calidad de los mismos).

5-mala instalación de las válvulas (cañerías de poca dimensión de descarga, descargan en la misma cañería con falta de dimensión, descargan en la sala, etc).

¿Debo tomar alguna precaución al abrir la entrada de hombre?

Sí !!!! . Mantenga la atención a los siguientes puntos:

1-La caldera puede estar caliente en su parte superior y salir vapor al abrir la entrada de hombre.

2-La caldera puede estar en vacío si no se abrió como corresponde la entrada de aire del grifo atmosférico y la tapa se puede abrir de golpe "como" succionando al operador.

3-Mantenga el control sobre las herramientas y los elementos de la tapa, para evitar que caigan en el interior de la caldera (esto vale para los objetos que se tienen en los bolsillos).

4-No maltrate las tuercas de los bulones de los puentes, estos deben de ajustar suaves (si tienen grafito y arandelas). Use llave fija y palanca de caño (aprox. 80 cm).

¿Debo tomar alguna precaución para entrar en el interior de una caldera?

Sí !!!! . Considera estos puntos a tener en cuenta:

1- Asegurese que las válvulas de vapor que incomunican la caldera con otras que estén vaporizando queden cerradas y atadas para que nadie las abra (poner cartel de aviso).

2- Asegurese que la caldera esté lo suficientemente fría y que se haya establecido una corriente de aire (para poder respirar) en forma natural (abriendo una tapilla inferior para que circule el aire), o

forzando el aire con un ventilador de tubo (cosa que no siempre es seguro).

3-Nunca baje solo al interior de la caldera, siempre debe haber otra persona en la entrada de hombre, atento a su persona o necesidades.

4-Utilice un sistema de iluminación de bajo voltaje (12 o 24 voltios) o linterna adecuada.

5-Saque de sus bolsillos todo aquel elemento que pueda perder al moverse en el interior de la caldera.

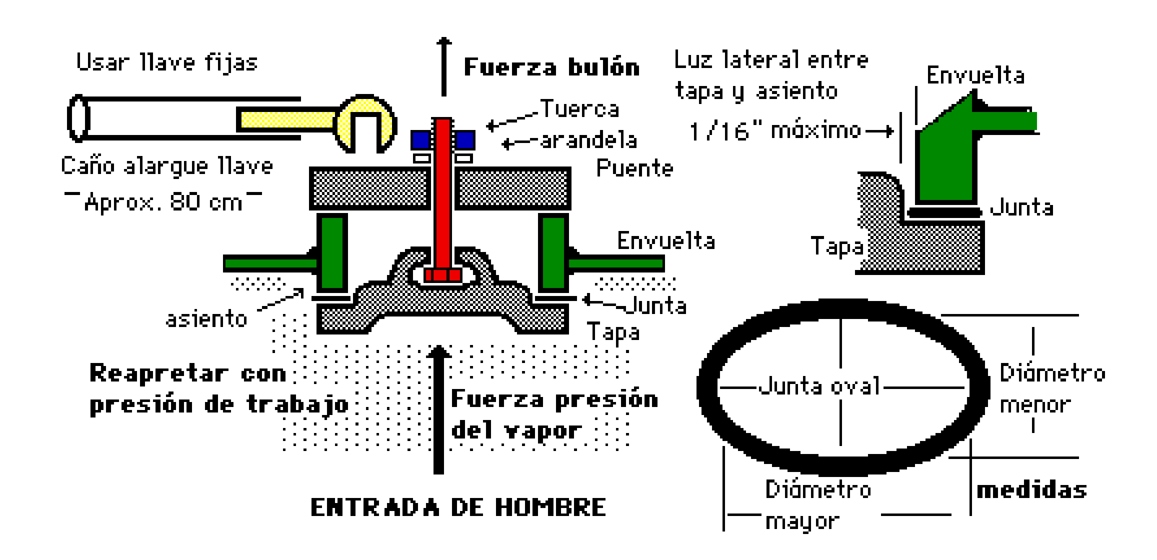
6-Utilice solamente la ropa que lo proteja, pero que le permita entrar y salir por la entrada de hombre.

7-**Si tiene “miedo” no entre.** Puede esto afectar su sistema nervioso y después tener dificultades para salir.

8-**En caso de emergencia** (desmayo o pérdida de conciencia), desvista a la persona que sacará por la entrada de hombre y puede hasta ponerle un poco de vaselina u otro elemento que no dañe su piel para poder sacarlo (deslizarlo) por la entrada de hombre. **No fuerce su cuerpo, busque que salgan primero sus brazos y luego el cuerpo.**

9-Frente a un ataque de nervios, trate de tranquilizar a la persona hablandole y busque dar un tranquilizante (buscando si es necesario la ayuda de una coronaria o un médico).

Pero si tiene miedo no entre!!!!!.



¿Las limpiezas químicas son peligrosas?

Sí !!!! En la medida que se hagan por personas sin el conocimiento adecuado.

El peligro en las limpiezas químicas es para las personas y para el material:

1-En la etapa alcalina con presión, se debe de cuidar el problema de la fragilidad (fisuras) del material y los operarios de las “quemaduras” por alcalinos (soda) a alta temperatura. Cuidese de los niveles, son frágiles.

2-En la etapa ácida **la producción de gases explosivos** (hidrógeno por desprendimiento de la acción del ácido sobre el metal) que debe ser correctamente “barrido”, además, evitar la presencia de llamas o chispas en las zonas problematizadas. Así como el manejo del ácido para las personas (especialmente el efecto en la respiración y la piel), como así el daño que se puede infringir al material de la caldera por excesos de tiempos de exposición, temperaturas, inhibidores utilizados,

concentraciones, etc.). Use máscaras, guantes, botas, etc.

3-El manejo después de la etapa ácida, para evitar la corrosión del material, buscando su pasivación en forma adecuada (neutralizado y pasivado del metal) lo antes posible. Si no se hace correctamente, puede el metal quedar con problemas de corrosión, como la temida fisura provocada por inclusión de hidrógeno o simplemente la debilidad del metal a las corrosiones en general.

4-Las limpiezas químicas que quedan incompletas, en el futuro pueden desprender incrustaciones que corten la circulación interna de la caldera, dificultando su enfriamiento y provocando recalentamientos locales.

¿Que es la seguridad en calderas?

La seguridad es Usted !!!!!

No deje para mañana lo que es necesario hacer hoy, en calderas ese hoy puede ser la vida de las personas o la fuente de trabajo de las mismas.

No subestime a la caldera por "chica" que sea o por más baja que sea su presión de trabajo, siempre será una caldera y se comportará como tal.

Nunca exponga a personas no habilitadas al manejo de la caldera si no se le ha entrenado lo suficiente para dejarla sola operando la misma.

¡ Interésese ! por lo que sucede en el interior de la caldera, aunque Ud. no lo vea, por lo que sucede en el agua ocurren la mayoría de los accidentes.

Cuando compre una caldera, exija las normas de construcción, pero si es usada, trate de conocer su historial, de éste usted podrá deducir parte de la

"confiabilidad" futura.

Palabras finales :

Siempre habrá algo para aprender o corregir. Siempre habrá alguien que nos ayude o que podamos ayudar.
El día que dejamos de aprender es porque estamos ya en el final.
Ayuda a un compañero y te ayudarás a Ti mismo.

Buena Suerte.................

Carlos W. Thomasset

TABLAS, DATOS ÚTILES

TABLA DE VAPOR SATURADO

presión **ATA**	temperatura **Cº**	calor total **Kcal/kg.**	calor agua **Kcal/kg.**	calor vapor **Kcal/kg.**	volumen **m3/kg.**
0.05	32.55	611.3	32.55	578.9	28.7300
0.20	59.67	623.1	59.61	563.5	7.7930
0.50	80.86	631.6	80.81	550.8	3.3010
1.00	99.09	638.5	99.12	539.4	1.7250
2	119.62	645.8	119.87	525.9	0.9016
3	132.88	650.3	133.40	516.9	0.6166
4	142.92	653.4	143.60	509.8	0.4706
5	151.11	655.8	152.10	503.7	0.3816
6	158.08	657.8	159.30	498.5	0.3213
7	164.17	659.4	165.60	493.8	0.2778
8	169.61	660.8	171.30	489.5	0.2448
9	174.53	662.0	176.40	485.6	0.2189
10	179.04	663.0	181.20	481.8	0.1981
11	183.20	663.9	185.60	478.3	0.1808
15	197.36	666.6	200.60	466.0	0.1343
20	211.38	668.5	215.8	452.7	0.1016

Esta tabla esta dada para la presión absoluta en ATA (atmósferas técnicas absolutas, 1 AT: atmósfera técnica = 1 kg/cm2) para utilizarla a la presión relativa del manómetro debemos de sumarle la presión de la atmósfera, si la presión en el manómetro (relativa) está dada en kg/cm2 debemos sumarle 1,033 kg/cm2 y nos dará la presión en ATA, pero si la presión del manómetro esta dada en Bar (relativa), debemos a la presión del manómetro multiplicarla por 1,019 (1 Bar = 1,019 kg/cm2 o AT) y al resultado sumarle 1,033 (1 atmósfera= 1,033 AT).

Ejemplo: presión caldera 7 Bar ...7x 1,019 =7,133 AT: atmósferas técnicas relativas

7.133 + 1, 033=8,166 ATA (atmósferas técnicas absolutas)

Leer la tabla en 8 ATA (dará un valor aprox.)

Ejemplo: presión caldera 100 Libras/pulgadas cuadradas relativas.... como una

1AT (atmósfera técnica) =14,22 Lb/Pulg.2

100/14,22=7,03 AT .... 7,03 +1,033 = 8,063 ATA (atmósferas técnicas absolutas).

En este caso se puede tomar como 8 ATA para buscar en la tabla.

Cual será el calor por kg. que nos proporcionará el vapor a esta presión (8 ATA) **y su temperatura?**

Es igual a 489 Kcal . por kg. y su temperatura 169ªC, el condensado saldrá a 169ºC si utilizamos un sistema de trampa de vapor que mantenga drenado los intercambiadores en forma total (trampa de flotador), significa que el condensado reevaporizará al bajar su presión a 1 atmósfera (1,033 kg./cm2 o ATA) y este

calor será igual 171,3 - 100 = 71,3 Kcal /kg de condensado, calor que se podrá aprovechar instalando un recuperador de "flash".

Conversión de presiones

Las presiones de los manómetros son generalmente relativas, para hallar la presión absoluta, hay que sumar la correspondiente a la atmósfera dada para las mismas unidades en que se esta leyendo el manómetro. A nivel del mar tomamos:

Lectura en kg/cm2 relativa sumar 1,033 = kg/cm2 absolutos.

Lectura en Lb/pulg.2 relativa sumar 14.7 = Lb/pulg2 absolutas.

Lectura en Atmósferas técnicas relativas (AT) sumar 1,033 = ATA (atmósferas técnicas absolutas, recordar que 1 AT= 1 kg/cm2).

Lectura en Bar relativas sumar 1,013 = Bar absolutas.

Conversión de presiones de distintas unidades.

Para convertir	multiplicar	dará en
kg/cm2	x **14,22**	=.........Lb/pulg.2
Lb /pulg.2.....................	x **0,07**	=......... .kg/cm2
A (atmósferas)..............	x **1,033**	=..........kg/cm2 ...AT (atmósferas técnicas)
Bar	x **1,019**	=.........kg/cm2

Temperaturas y sus conversiones

La temperatura puede estar dada en grados centígrados (°C) ó en grados Fahrenheit (°F), para hacer la conversión de unidades haga las siguientes operaciones .

Grados °F a grados °C ......a los °F réstele 32, a esta diferencia multipliquela por 5 y al resultado divídalo por 9, el resultado serán grados °C.

O sea lo que Ud. hizo es **C°= 5/9 x (F° - 32)**

Grados °C a grados °F.......... a los °C multipliquemos por 9 y al resultado divídalo entre 5 , a este resultado súmele 32 y el resultado serán grados °F.

O se lo que Ud. hizo es **°F= 9/5 x °C + 32**

Comentario: el 0°C de los grados °C corresponde a +32 ° F y el 0°F grado de °F corresponde a -17,7°C (menos -17,7 °C o sea por debajo del cero °C o punto de fusión del hielo).

Medidas de temperaturas absolutas:

Grados Kelvin .... °C + 273 = °K (temperatura absoluta en °C)

Grados Rankine............ °F + 459,7 = °R (temperatura absoluta en °F)

Medidas

Lineales

1 m. (metro) = 10 dm (decímetro)=100 cm (centímetro)=1000 mm.(milímetro)

1 yarda (yard)= 3 pié (feet) 1 pié (feet)= 12 pulgadas (inch)

1 pulgada (inch) = 0,0254 m.(metros)= 25,4 mm.(milímetros)

1 Pie (feet) = 0,3048 m. (metros) = 30,48 cm (centímetros)

Superficie

1 m2.(metro cuadrado) = 100 dm2 (decímetro cuadrado)=10.000 cm2

Pulgada cuadrada (In2 , Square inch) = 6,4516 cm2 (centímetros cuadrados)

Pie cuadrado(ft2 , Square feet) = 929,03 cm2 (centímetros cuadrados)

Volumen
1 m3 (metro cúbico)= 1000 dm3 (decímetro cúbico) = 1000 Ltr.(litro).
1 m3.= 1.000.000 cm3 (centímetro cúbico)
1 Pulgada cúbica (in3) =16,3871 cm3
1 pie cúbico (ft3) = 28,317 dm3
1 galón americano (U.S. gal)= 3,7854 Ltr. (litros)
1 galón imperial (U.K. gal) = 4,5461 Ltr. (litros)
1 barril de petróleo (bbl , U.S. barrels) = 158,987 Ltr.(litros)
1 pinta americana (U.S. pt) = 0,4732 Ltr. (litros)
1 cuarto americano (U.S. qt) = 0,9464 Ltr. (litros)

Masa (peso)
1 tonelada = 1.000 kg (kilogramos)=1000.000 g (gramos)
1 grano (grain) = 0,0648 g = 64.799 mg (miligramos)
1 libra (lb , pound) = 7000 grano = 0,453 kg
1 kg. (kilogramo) = 2,205 Lb (libras, pound)
1 onza (ounce) = 28,350 g (gramos)
1 Libra (lb, pound)= 16 oz (onzas) = 453,592 g (gramos)

Presión
1 kg/cm2 = 0,98066 Bar =0,96784 Atmósfera =735,514 mm.mercurio
= 10 m. agua = 98066 Pascal (S.I.) = 14,22 Lb/pulg.2
1 Atmósfera normal =1,01325 Bar =760 mm.mercurio = 10,3323 m. agua
= 101.325 Pascal (S.I.) = 14,7 Lb/pulg.2

Potencia
1 Kw (kilovatio) = 1,341 H.P. (Horse power-caballo de fuerza)
1 H.P.(caballo fuerza)= 0,7457 Kw (kilovatio)

Medidas de calor

Los americanos e ingleses utilizan el BTU (British thermal unit) que equivale al calor necesario para subir 1 °F la temperatura de 1 Libra (Pound) de agua.

Nosotros usamos normalmente la Kcal (Kilo-caloría) que equivale al calor necesario para subir 1°C la temperatura de 1 kg.(Kilogramo o litro) de agua.

Como el kg.= 2, 2046 Libras (Pounds) y °C=5/9x(°F-32), podemos establecer las siguientes conversiones.

1 BTU = 0,252 Kcal. y 1 Kcal = 3,968 BTU por lo que para convertir:

BTU en Kcal............BTU x 0,252 = ...Kcal.

Kcal en BTU............Kcal x 3,968 =................BTU.

Comentario: También se están usando otras formas de expresión, unidades estas que están referidas a unidades de tiempo, que tienen su equivalencias con estas:

vatio/hora = 3,4129 BTU = 0,860 Kcal ó 1 Kw/h=860 Kcal.

1 vatio (watts)= 1 Joule ó 1 Kw/h = 3,6 M J (mega-Joule, siendo mega=1.000.000)

Por lo que 1 KJ (kilo-Joule)=1000 Joule=0,239 Kcal (kilo-caloría)

por consiguiente para convertir:

KJ en Kcal..............KJ x 0,239 = ...Kcal.

Calor necesarios para calentar 1ºC a 1 kg. de : (Cp=Kcal/kgºC)
1 kg. de agua (1 Ltr. a 4ºC)................ 1 Kcal./kgºC
1 kg. hierro o acero .... 0,11 Kcal./kgºC
1 kg. de cobre....................................0,094 Kcal/kg.ºC
1 kg. aluminio....................................0,216 Kcal/kgºC
1 kg. F. Oíl...0,47 Kcal/kgºC
Esto lo llamamos calor específico de cada sustancia (Cp) a presión constante.
1 Kcal/kgºC = 4,1868 KJ/kgºK (kilo-Joule por kg. por Cº)

Medidas de transmisión del calor

Como la transmisión del calor esta referida a una superficie determinada, en un tiempo determinado y la diferencia de temperatura esta establecida en ºF ó ºC., tendremos las siguientes equivalencias.

1 B.T.U./ pie2. h..ºF (1 B.T.U. por pie cuadrado por hora por ºF) = 4,88 Kcal/m2.h.ºC (Kilocaloría por m2 de superficie por hora y por ºC)

1 Kcal/m2.h.ºC (1 Kilocaloría por m2 de superficie por hora y por ºC) = 0,204816 B.T.U./pie2 . h..ºF (B.T.U. por pie cuadrado por hora por ºF)

1 Kcal/m2 h ºC = 1,163 Wh/m2 ºK (Wh=vatio-hora) (ºK=grado Kelvin)

Medidas de conducción del calor

La conducción de calor a través de un cuerpo esta referida a una determinada sección, a un determinado largo del pasaje de calor, a un tiempo determinado con un diferencial de temperatura establecido.

1 B.T.U./pie2 . h..ºF x pie (1 B.T.U. cada pie cuadrado , por hora por ºF y por pie) = 1,488 Kcal/m2.h.ºC x m (Kilocaloría cada m2 de superficie , por hora, por ºC y por metro)

1 Kcal/m2.h.ºC x m (1Kilocaloría cada m2 de superficie por hora, por ºC y por metro) = 0,672 B.T.U./pie2 . h..ºF x pie (B.T.U. cada pie cuadrado, por hora, por ºF y por pie)

1 Kcal/ m h ºC = 1,163 Wh/ m ºK (Wh=vatio-hora)

Conducción del calor por los siguientes elementos:

Acero............................	40 a 50	Kcal/ m h ºC
Cobre.............................	320	Kcal/ m h ºC
Aluminio.........................	180	Kcal/ m h ºC
Vidrio.............................	0,18	Kcal/ m h ºC
Lana de vidrio..................	0,03	Kcal/ m h ºC
Lana de amianto..............	0,05	Kcal/ m h ºC
Poliuretano expandido.....	0,035	Kcal/ m h ºC

Vemos que los materiales aislantes conducen menos el calor.

Conversiones química del agua.

La dureza del agua, alcalinidad y otros valores (excepto PH) están referidos normalmente a partes por millón (ppm), esto significa una unidad de algo en un millón de unidades equivalentes (ejemplo, 1 gramo en un millón de gramos, como un metro cúbico de agua pesa aproximadamente un millón de gramos (depende de las sales que contenga y su temperatura), podríamos decir que 1 ppm es aproximadamente igual a 1 gramo por metro cúbico de agua o 1 milésima de gramo (1 miligramo) en 1 litro de agua que pesa aprox. 1 millón de milésimas de gramo (1 millón de miligramos) o sea que podríamos decir que aproximadamente 1 ppm es igual a 1 miligramo por litro (mg/Ltr.).

La otra base para la conversión es que para comparar las sustancias químicas se toma de base una sustancia química patrón, cuando nos referimos a ppm generalmente la sustancia a la cual nos referimos es al Carbonato de Calcio (CO3Ca), de lo contrario debemos expresar a que sustancia esta referida dicha media . En el caso de los cloruros se prefiere como referencia al ion cloruro (Cl-).

Veamos las equivalencias entre las diferentes formas de expresión.

Partiendo de la base que:

1 libra (pound)= 7.000 granos (grain) = 453,6 gramos

1 grano=0,0648 gramo

El galón U.S.(americano) =3,785 Ltrs., galón Imperial (británico)=4,545 Ltrs.. (El galón imperial (británico) se puede expresar como U.K.gal.)

Podemos establecer aproximadamente (ya que mezclamos volúmenes y pesos)

1 Grano por galón U.S = 17,1 partes por millón (ppm).

1 Grano por galón Imperial= 14,2 partes por millón (ppm)

1 ppm = 0,001 gramo/Ltr=0,0584 Granos/galón U.S.=0,07 Granos/galón Imp.

1 ppm = 0,1 Gº Francés = 0,056 G.º Alemán = 0,07 Gº Inglés (gr/U.K.gal)

Ejemplo : Dureza Total 80 ppm como CO3Ca (carbonato de calcio) ...Que el calcio y el magnesio presente en el agua expresado como CO3Ca equivale a 80 gramos por m3. aproximadamente.

Formas de expresión de la vaporización de una caldera:

La presión de trabajo de una caldera con vapor saturado (sin sobrecalentador) define la características del vapor desde el punto de vista térmico, es decir, sabremos a que temperatura podremos intercambiar o “calentar” un material en un proceso térmico. Por ejemplo: si tenemos para hacer dulce de leche con vapor a 3 Kg/cm2 sabremos que la temperatura será como máximo 142ºC, esto será suficiente para hacer el dulce de leche y el riesgo de quemarlo será mínimo porque la temperatura no pasará de 142ºC. Pero esto no define el tamaño de la caldera, el tamaño lo define la capacidad de vaporización.

La capacidad de vaporización se define como la cantidad vapor por hora en kg. que produce la caldera a la presión de trabajo, siempre y cuando se defina la temperatura del agua de alimentación. Pero como hay variables en la presión y en la temperatura del agua alimentación, se suele definir la capacidad de

vaporización de la caldera como aquella que indica la producción en kg. por hora de vapor a 100°C con agua de alimentación a 100°C.

Luego hay otros parámetros que se pueden indicar, como:

Podríamos decir la capacidad de la caldera basados en su superficie de calefacción, pero este dato de nada sirve si no tenemos el valor de la vaporización por hora y por metro cuadrado de superficie de calefacción.

Podemos decir que la vaporización de una caldera es de 40 kgs. /hora de vapor por m2. de superficie de calefacción, es decir que la capacidad de vapor en kgs. de la caldera esta dada por el expresión de :

kgs./h/m2 x superficie calefacción = kgs. de vapor hora (debemos decir que presión, temperaturas del vapor y del agua a utilizar , o los kgs. de vapor "equivalente" o sea de 100°C a 100°C).

En las calderas antiguas este valor estaba en unos 15-20 kgs./h/m2, estando actualmente en más de 50 -55 kgs./h/.m2. en calderas humo-tubulares.

Los americanos (U.S.A.) expresan la capacidad de vaporización en "**caballo de vapor de caldera**" **(CV)**: 1 "caballo de vapor" equivale a 33.475 BTU/hora ó 8.502 Kcal/hora (unas 30 Lb. vapor a 70 lb/pulg.2 manométricas con agua de alimentación a 100°F , o sea , unos 13,6 kg. de vapor a 4,9 kg./cm2 manométricos con agua de alimentación a 37,7°C).

No deben confundirse esta expresión promedio de kgs/m2 que se refieren a la superficie total de calefacción con aquellas referidas a los límites máximos admisibles en los hogares que también se refieren a superficies.

Definición de términos referidos a las calderas y su combustión.

Poder calorífico superior (P.C.S.), es el calor máximo que se obtiene de un kg. de combustible (se considera que el agua que trae el combustible y el agua que se produce de la combustión del hidrógeno, se contabilizará su calor de condensación (o evaporación), y todos los gases y vapores estarán a 0°C).

Poder calorífico inferior (P.C.I.), es el calor máximo que se obtiene de un kg. de combustible al cual se le “descuenta” el calor de vaporización del agua que trae el combustible y el agua que se produce por la combustión del hidrógeno, pero todos los gases resultados de la combustión llevados a 0°C.

Es decir que la diferencia entre el **P.C.S.** y **P.C.I.** es el calor correspondiente a la vaporización del agua (la de combustión y la que trae el combustible como humedad o agua). Es decir **P.C.S. - P.C.I = AGUA TOTAL X 600 KCal/kg.**

(600 son la Kcal, necesarias para vaporizar un kg. de agua).

Poderes caloríficos de los combustibles más comunes (aprox.)

Combustible	**P.C.S.** KCal/kg	**P.C.I.** KCal/kg.	**CO2** máx.
F.Oíl Pesado (N°6)	10.300 (10.100)	9.700 (9.600)	16%-16,8%
F.Oíl Calefacción	10.500 (10.200)	9.800 (9.700)	15.5%-16,5%
Gas Oíl	11.400 (11.200)	10.700 (10.500)	15%-16%
Gas Natural	13.700 (13.500)	12.300 (12.500)	11,5%-12,5%
Leña (25% H.b.h.)	3.500 (3.400)	3100 (3.000)	19%-20%

Los valores son relativos, ya que la composición real se debería medir en cada caso, cosa que no siempre es posible.

Eficiencias al P.C.S. , esta eficiencia está referida a considerar todo el calor que produce el combustible, dá una idea del rendimiento de la caldera y la calidad del combustible . (La usan los norteamericanos).

Eficiencias al P.C.I., esta eficiencia está referida a considerar solo el calor disponible para transferencia, ya que supone que el agua saldrá por los gases de chimenea en forma de vapor, lo que dá una idea del rendimiento de la caldera en sí, dejando de lado la calidad del combustible, especialmente la humedad y el contenido de hidrógeno.

Eficiencia de combustión y transferencia referida al P.C.S. ó al P.C.I. : esta eficiencia es la que mide el rendimiento de la caldera no tomando en consideración las pérdidas de la caldera como equipo térmico (radiación, convección, conducción, purgas o pérdidas de agua y vapor). Su valor está indicando la calidad de combustión (gases no quemados, exceso de aire) y su capacidad de transferencia y las condiciones en que se encuentra la misma (temperatura de gases, cuanto más alta, menor transferencia : diseño , hollín e incrustaciones que aislan, o elementos directores de gases en mal estado (refractarios, baflles, etc.), que están en "corto-circuito" dejando pasar los gases.

Eficiencia Total referida al P.C.S. y P.C.I. : esta eficiencia es la que mide el rendimiento total o global de la caldera, considera todas la pérdidas (las relativas a la combustión, a la transferencia y a las pérdidas de la caldera como equipo térmico).

Temperatura aconsejables para los distintos tipos de atomización :

Atomización mecánica..........aprox. 135° a 145°C en F.Oíl Pesado.
aprox. 115° a 125°C en F.Oíl Calefacción.
Atomización a vapor ....aprox. 95° a 110°C en F.Oíl Pesado.
aprox. 75° a 90°C en F.Oíl Calefacción.
Atomización con aire ....aprox. 110° a 125°C en F.Oíl Pesado.
aprox. 90° a 115°C en F.Oíl Calefacción.
Atomización por copa ....aprox. 90° a 100°C en F.Oíl Pesado.
aprox. 60° a 70°C en F.Oíl Calefacción.

Estos valores varían de acuerdo a las condiciones locales del quemador (tipo de quemador, hogar, operación, etc.).

Valores de viscosidad (aprox.) atomización según tipo de quemador:

300-150 S.S.U. (segundos Seybolt Universal) quemadores grandes de atomización a vapor.

100-150 S.S.U. quemadores pequeños de atomización a vapor o aire, copas rotativas.

100-70 S.S.U. quemadores grandes de atomización mecánica.

70-36 S.S.U. quemadores medianos y pequeños de atomización mecánica por toberas (preferiblemente H.O-Heavy Oíl). Con toberas comunes se trabaja a muy alta temperatura el F.Oíl y generalmente hay mala atomización.

Hasta 36 S.S.U. Atomización mecánica con toberas comunes (F.Oíl calefacción, Diesel Oíl y Gas Oíl).

Toberas o pastillas de atomización (en atomización mecánica).

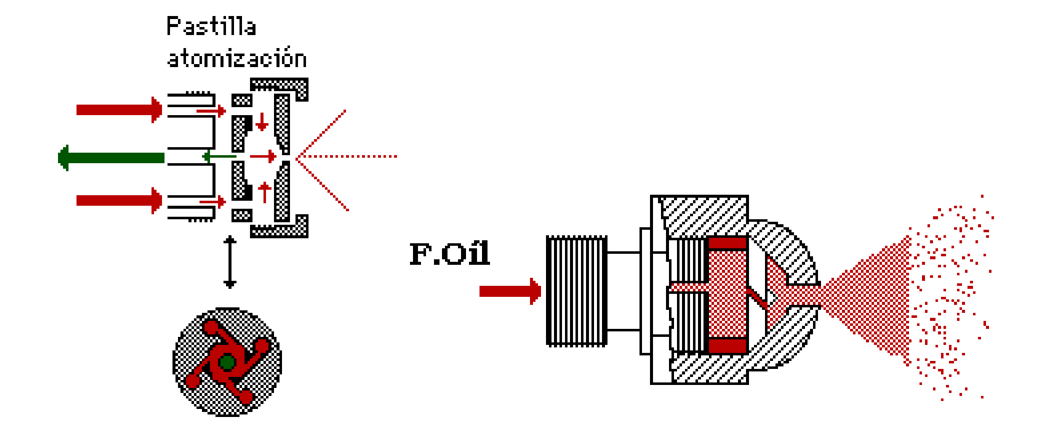
Generalmente se expresan sus características de la siguiente forma:

Capacidad..... en las toberas comunes (quemadores de atomización mecánica)

se expresa en U.S.G. (Ejemplo: 10 U.S.G.), esto significa la capacidad horaria en Galones americanos (3,78 litros por galón), pero con una presión de 100 libras/pulgadas cuadradas (7 kg/cm2) con F.Oíl N´2 a 60°F (equivale a Gas Oíl a 15,5°C). Esta capacidad varía luego de acuerdo a la presión del combustible, la temperatura y el tipo de combustible en el quemador. A lo contrario de lo que se piensa, en los combustible más viscosos, a pesar que el sentido común parece indicar que pasaría con más dificultad (por kg.), la misma tobera con la misma presión pasa más F.Oíl pesado (kg/h) que F.Oíl calefacción, Diesel Oíl ó Gas-Oíl (Kg/h). En otros quemadores, las toberas (pastillas) y sus cámaras de atomización (turbulencia) son indicadas por un Nº y letras, que cada fabricante indica sus especificaciones.

Las capacidades de las toberas de atomización varían en relación de la raíz cuadrada de las presiones : sí a la presión P1 el quemador tiene un caudal de V1 U.S.G., a la presión P2 será V2 = V1 x Raíz cuadrada de P2/P1.

Tipo de tobera según combustible: hay toberas especiales para combustibles pesados, tienen grabados las letras H.O. (Heavy Oíl = aceite pesado) y un numero, que indica la presión más adecuada para el trabajo de dicha tobera, las toberas comunes no traen dicho numero de presión. Ejemplo H.O. 430 (es una tobera para F.Oíl que debe de operar a 430 libras/pulgada cuadrada o sea 30 Kg/cm2). Los valores normales son H.O. 200 y 430. Esta toberas están hechas con materiales más “duros” para trabajar con combustibles con más “impurezas”. Estas toberas están probadas a la presión marcada (200,430 etc.) con un combustible “pesado” a 66-77 S.S.U. de viscosidad , con una gravedad A.P.I. DE 34-36 a 60°F (15,5°C). Se prueban para ver su caudal a la presión de trabajo indicada en tablas, aunque el caudal impreso en U.S.G. --- es el nominal probado a 100 libras por pulgada cuadrada (7 Kg/cm2), con viscosidad 34-36 S.S.U. y gravedad A.P.I. entre 32-38 a 60°F (15,5°C), correspondiente a un F.Oíl Nº2 (Gas Oíl).

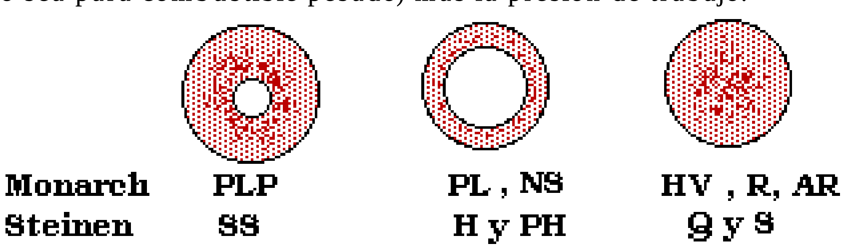


Pastilla y cámara de turbulencia Tobera de quemador más común.

Forma del cono de pulverización: las toberas están ejecutadas para que la forma del cono de atomización sea adecuada al tipo de hogar en que serán utilizados, estas formas podrán ser un simple cono, un cono con más intensidad de combustible en el centro, o un cono con la parte central hueca, otro será en forma de anillo, etc. Sus forma está indicada por letras que cada fabricante adopta según su oferta : por ejemplo : R (cono cargado al centro), NS (cono hueco al centro), AR (cono un poco menos cargado al centro), S (cono muy cargado al centro) H (un anillo parejo), PH (un anillo fino), SS (un anillo grueso), Q (un cono parejo) , etc. todos relacionados al código del fabricante.

El ángulo de atomización es el que forma el cono, un combustible cuanto más pesado, generalmente más ángulo de atomización requiere.

Cuando se pide la tobera se indica : La marca (Steinen , Monarch, etc.)., la capacidad en U.S.G. (numero), el tipo de cono de atomización (R u otro) y el ángulo de atomización (las más comunes 45º, 60º, 90º , etc.) y si es H.O. (Heavy Oíl, o sea para combustible pesado) más la presión de trabajo.



FORMA DEL CONO DE ATOMIZACIÓN SEGÚN DENOMINACIONES

Presiones de trabajo en quemadores más comunes (con toberas mecánicas)

Con F.Oíl pesado la presión de trabajo en el puntero o tobera deberá ser alta, ya que cuanto más alta la presión en general un combustible pesado atomiza mejor . Si la tobera no especifica una presión de trabajo, la presión normal podrá ser entre 22 kg/cm2 y 30 Kg/cm2, bajando un poco para el F.Oíl calefacción.

Con Diesel Oíl y con Gas Oíl las presiones tienden a ser más bajas , de 7 a 15 Kg/cm2 en general es suficiente. Cuidado con elevar demasiado la presión, el caudal de combustible aumenta y podemos pasarnos de “fuego”.

En quemadores con atomización a vapor o con aire comprimido, la presión del combustible en el puntero es generalmente más baja, podrá ser un máximo de 15 Kg/cm2, siendo normal que ésta varíe entre unos 4 Kg/cm2 y 12 Kg/cm2.

La presión del vapor de atomización depende del tipo de tobera, en algunos es un poco mayor a la presión del combustible y en otros es fija a un de “barrido” que podrá ser por ejemplo : entre 2,5 Kg/cm2 y 3,5 Kg/cm2 (no olvidar que éste vapor debe ser saturado seco).

Una forma de saber si estamos pasados de fuego es medir la temperatura de chimenea, si los gases están más calientes que lo indicado por el fabricante o por el tipo de caldera, estamos pasado de fuego (salvo que la caldera esté sucia de hollín o incrustada, ó un tabique de gases “perforado” en “corto-circuito”).

INDICE GENERAL

Este " Pequeño manual de preguntas y respuestas para foguistas " *no pretende ser un libro para exámenes, ni la panacea de las soluciones a los problemas que encontraremos en la práctica del manejo de las calderas de vapor, es simplemente un intercambio de ideas respecto a la razón de porqué ocurren las cosas, tratando de darles una explicación simple, con palabras comunes que todos conocemos.*

Si Ud. ha tenido una experiencia que pueda compartir con nosotros, que nos deje una enseñanza o una interrogación para estimular nuestro deseo de tratar de seguir aprendiendo de algo que parece tan simple para quien en el fondo no lo comprende, háganoslo saber.

De alguna manera nos encontraremos en este mundo "ancho y angosto".

C.W.T.

-------------------*oooooooooo*-------------------------

Octubre de 1997

Pequeño manual de preguntas y respuestas para foguistas **1997**

Agradezco a todas aquellas personas con las que hemos compartido el gusto y el deseo de hacer las cosas bien, especialmente en el área de calderas.

Con especial atención a los Ingenieros Industriales : Kurt Bauer y Abel Miños Bayeto, que con sus colaboradores, tantas y diferentes calderas fabricaron, repararon y crearon. Con los que he compartido buena parte de mi vida de trabajo, desvelos y anhelos.

A las nuevas generaciones de Ingenieros dedicados al tema.

A todos los "foguistas", que de una u otra forma, juntos aprendimos compartiendo, los aciertos y los errores, pero que en más de 30 años de trabajo tuvimos el logro de no sufrir un accidente que tuviéramos que lamentar.. ¡ Que así sea y siga!

¡A todos Gracias !

Carlos W. Thomasset